ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 JUIN 1913.

PRÉSIDENCE DE M. F. GUYON.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente, de la part de M. Flourens, Conseiller d'État, Président actuel du Conseil d'administration de la Caisse des Recherches scientifiques, le *Rapport annuel, pour* 1912, *adressé au Président de la République*, et qui porte encore la signature de M. *Alfred Picard*.

ZOOLOGIE. — *Sur les genres* Pseudibacus *et* Nisto, *et le stade natant des Crustacés décapodes macroures de la famille des Scyllaridés*. Note de M. E.-L. **Bouvier**.

On sait depuis longtemps que les Scyllaridés se rapprochent étroitement des Palinuridés ou Langoustes, et qu'ils naissent, comme ces derniers, sous une forme étrange, le *phyllosome*, qui est translucide, aplati en feuille, et franchement pélagique; on sait aussi, grâce aux belles recherches trop ignorées de M. Boas [1], qu'avant d'acquérir leur état définitif, ils traversent un stade *natant*, où leurs fausses pattes abdominales fonctionnent en couples pour la natation et où ils revêtent déjà la forme des Crustacés macroures. En 1909, M. Calman [2] a montré que les Macroures rangés

---

[1] J.-E.-V. Boas, *Studier over Decapodernes Slaegtskabsforhold* (*Vid. Selsk. Skr.*, 6 *R., nat. og mat. Afd.* 1 et 2, 1880, p. 83-85, 87, 88).

[2] W.-T. Calman, *The genus* Puerulus, *Ortmann, and the Post-larval Development of the Spiny Lobsters* (Palinuridæ) (*Ann. nat. Hist.*, 8e série, t. VIII, 1909, p. 441-446).

dans le genre *Puerulus* Ortmann, sont de jeunes Palinuridés au stade natant, sauf toutefois deux espèces, *Puerulus angulatus* S. B. et *carinatus* Borr., qui grandissent et acquièrent la maturité sexuelle en conservant la forme et certains caractères du stade natant. Dans une étude récente [1], j'ai fait connaître plusieurs sortes de *puerulus*, et j'ai pu les rapporter presque toutes aux diverses espèces de Langoustes dont elles représentent le stade natant; il est remarquable de constater, à ce propos, que le *puerulus* de notre Langouste commune (*Palinurus vulgaris* Latr.) n'a pas été trouvé jusqu'ici, alors qu'on le connaît chez neuf espèces de Langoustes exotiques [2]. A vrai dire, les *puerulus* sont toujours d'une rareté extrême et l'on compte par unités ceux qui se trouvent dans les collections; d'où l'on peut conclure que leur éthologie est insuffisamment connue, car les Langoustes sont très prolifiques et leurs *puerulus* doivent abonder aux lieux où ils se tiennent.

A ces divers points de vue, l'histoire des Scyllaridés n'est pas sans de grandes analogies avec celle des Langoustes, c'est du moins ce que j'ai pu constater en étudiant des matériaux singulièrement précieux qui se trouvent dans les collections du Muséum.

Les Scyllaridés qui habitent les mers d'Europe sont représentés par deux espèces comestibles, très délicates et riches en chair; l'une fort grande, mais assez rare, le *Scyllarides latus* Latr., qui fréquente la Méditerranée, les Açores et les parties septentrionales de l'Atlantique africain depuis le Sénégal; l'autre, bien plus commune, le *Scyllarus arctus* L. ou « cigale de mer », qui est à peu près de la taille de l'Écrevisse et se rencontre jusqu'à la pointe anglaise de Cornouailles. On a bien décrit deux autres espèces, le *Pseudibacus Veranyi* Guérin et le *Nisto lævis* Sarato, mais je vais établir que la première de ces formes représente le stade « natant » du *Scyllarides latus* et la seconde celui du *Scyllarus arctus*.

I. Le *Pseudibacus Veranyi* ne le cède en rien, pour la rareté, aux *puerulus*;

---

[1] E.-L. Bouvier, *Le stade natant ou* puerulus *des Palinuridés* (Congrès entomologique d'Oxford, 1912).

[2] Je viens de reconnaître le *puerulus* d'une Langouste trouvée par M. Diguet dans le golfe de Californie, le *Panulirus inflatus* Bouvier; il ressemble beaucoup à celui de la Langouste royale, *Panulirus regius* Brito Capello, mais présente deux pointes sur l'arceau antennulaire.

il fut décrit et figuré par Guérin-Méneville ([1]) en 1855, d'après un exemplaire type qui semble perdu et qui fut trouvé par Verany « *accroché à un gros poisson de mer pêché dans les environs de Nice* »; un autre représentant de cette forme a été capturé dans les mêmes eaux par le *Travailleur* et fait actuellement partie des collections du Muséum. L'examen de cet individu m'a permis de faire les observations suivantes :

Comme tous les *Pseudibacus*, le spécimen diffère des *Scyllarides :* par son céphalothorax démesurément élargi, à peine convexe du côté dorsal, où il présente à droite et à gauche un bord denticulé et tranchant; par sa surface lisse et dépourvue de tubercules; par ses pédoncules oculaires dont la cornée est dilatée; par le bord frontal qui laisse subsister une fissure pour les orbites, qui ne forme pas encore de saillie médiane et qui touche simplement l'arceau antennulaire sans entraver sa mobilité; par la disposition du premier article des pédoncules antennaires dont les lignes d'articulation avec la carapace et l'épistome sont encore un peu distinctes; par les maxillipèdes externes qui ne présentent pas encore de carène, et dont l'exopodite n'a pas encore de fouet; par ses pléopodes dont les deux rames sont bien développées avec un appendice interne armé de rétinacles; enfin par ses appendices thoraciques locomoteurs qui présentent encore des bourgeons exopodiaux. Tous ces caractères indiquent un développement inachevé; on observe sur les coxæ des pattes postérieures un prolongement spiniforme qui rappelle, par sa disposition, l'épine sternale de certains *puerulus*.

Les caractères spécifiques sont à très peu près les mêmes que ceux du *Scyllarides latus :* comme dans cette dernière espèce, il y a sur la carapace une saillie en pointe sur la région gastrique, une paire de saillies analogues sur la partie antérieure de la région cardiaque, sur les côtés de cette région et en arrière un bourrelet en ω où s'élève une série de saillies plus faibles, mais également en pointe. Les bords latéraux du *Sc. latus* ne sont plus dilatés et tranchants, il est vrai, mais restent néanmoins fort nets et, en avant de l'échancrure branchio-hépatique, présentent une série de 7 ou 8 pointes qui sont remplacées par des dents chez notre *Pseudibacus*. En arrière de l'échancrure les dents de ce dernier sont au nombre de 11-12 et doublées dorsalement par un bourrelet armé de saillies aiguës; chez le

([1]) F.-E. Guérin-Méneville, *Notice sur un nouveau genre de Crustacés de la tribu des Scyllariens, découvert par M. Verany, aux environs de Nice* (*Rev. et Mag. de Zoologie*, 2e série, t. VII, 1855, p. 137, *Pl. V*).

Sc. latus, le bourrelet existe sans saillies prédominantes, mais il se distingue à peine du bord latéral qui présente d'ailleurs un nombre assez considérable de tubercules longitudinalement sériés. Les carènes dorsales des segments abdominaux sont en même nombre dans les deux formes, avec des saillies spiniformes dans le *Pseudibacus*, des tubercules un peu plus forts que les autres dans le *Sc. latus;* les épimères de ces segments sont du même type et armés presque semblablement dans les deux formes, et l'on peut en dire autant de l'article trilobé qui sert de base aux uropodes. Les fouets antennulaires sont semblables et les articles des antennes à peu près identiques; le carpe des maxillipèdes externes est, dans l'un et l'autre cas, très convexe en dehors; les pattes, enfin, présentent les mêmes dimensions relatives et sont ornées des mêmes fortes carènes.

Somme toute, le *Pseudibacus Veranyi* doit être regardé sans conteste comme le stade « natant » du *Scyllarides latus* et, dès lors, il y aura lieu de considérer le nom de *pseudibacus* comme un terme propre à désigner ce stade, sans valeur générique. On dira des *Scyllarides* qu'à la suite du stade phyllosome, ils traversent le stade natant de *pseudibacus* avant d'atteindre leur forme définitive. Deux autres *pseudibacus* sont actuellement connus : le *Pfefferi* Miers des îles Maurice et Clipperton, et le *Gerstæckeri* Pfeffer, de l'Atlantique; la première représente peut-être le stade natant du *Scyllarides squamosus* Edw. et la seconde celui du *Sc. æquinoctialis* Lund. Il faut également rapporter à la forme *pseudibacus*, bien qu'on ne les ait pas désignés sous ce nom, deux exemplaires qui ont eu les honneurs de publications scientifiques : l'un provenait des eaux brésiliennes et fournit à M. Boas les éléments de sa découverte relative au stade natant des *Scyllarides;* l'autre, de provenance inconnue, fut représenté par Ferd. Richters [1], qui le considérait comme un « jeune *Ibacus* ». Ce dernier diffère assez peu du *Ps. Veranyi*, mais présente des bourgeons exopodiaux bien plus allongés, et une armature céphalothoracique légèrement différente; M. Boas a observé que sa ressemblance avec les *Ibacus* est trompeuse, et qu'il faut le considérer comme un *Scyllarides* au stade natant. J'ajoute, pour terminer cette revue, que M. Ortmann [2] considère justement les *pseudibacus* comme la forme jeune de Scyllaridés dont il ne fixe pas la nature générique.

---

(1) Ferd. Richters, *Die Phyllosomen. Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Loricaten* (*Zeit. wiss. Zool.*, B. XXIII, 1873, p. 642, Taf. XXXIV, *fig.* 7 et 7').

(2) A. E. Ortmann, *Crustacea* (*Klassen und Ordnungen der Arthropoden*, B. V, Abth. II, 1901, p. 1138).

II. J'arrive maintenant à une seconde forme méditerranéenne, la forme *Nisto* également trouvée dans la baie de Nice. Cette forme fut signalée et longuement décrite par Sarato ([1]), qui la considérait comme un type subgénérique du genre *Arctus* (= *Scyllarus*); elle est peu connue des zoologistes, car la publication en fut confiée à un recueil autant mondain que scientifique. Les *Nisto* se distinguent des Scyllares, surtout de l'espèce méditerranéenne *Scyllarus arctus* L., par leurs téguments coriaces, semi-translucides et dépourvus de saillies squamiformes; par la présence d'une carène médiane sur leurs segments abdominaux, par le développement d'une paire d'épines sternales sur le dernier segment du céphalothorax; par leur carapace très peu convexe du côté dorsal dont les bords latéraux sont tranchants; enfin et surtout par ses pléopodes qui sont caractéristiques du stade natant comme ceux des *Pseudibacus*. La carapace, toutefois, est moins large que dans cette dernière forme.

Sarato décrivit deux sortes de *Nisto*, le *N. lævis* et le *N. asper* qui diffèrent très peu l'un de l'autre et doivent être sûrement considérés comme deux états d'un même type. J'ai trouvé dans les collections du Muséum une vingtaine de *Nisto lævis* qui avaient été envoyés par Sarato à mon regretté maître Alphonse Milne-Edwards. Abstraction faite des caractères précédents, ils ressemblent tout à fait à de jeunes *Scyllarus arctus* par la structure de leurs antennules et de leurs antennes, par les carènes de leur carapace, par leurs appendices thoraciques et par les épines de leur nageoire caudale ; les carènes de leur carapace occupent la même position, présentent les mêmes échancrures et portent les mêmes saillies, seulement ces dernières sont simplement spiniformes dans le *Nisto lævis*, tandis qu'elles s'étalent en squames dans le *Scyllarus arctus*. Les carènes abdominales du *Nisto lævis* deviennent une squame plate et lobée dans le *Sc. arctus* qui présente, d'ailleurs, une saillie médiane prégastrique encore absente dans les *Nisto*.

Il est de toute évidence que les *Nisto* sont les jeunes natants du *Scyllarus arctus*, et Sarato ne fut pas sans observer les ressemblances qui existent entre les deux formes; mais ayant constaté qu'ils atteignent les mêmes dimensions (18^{mm}-22^{mm}) que les petits Scyllares au stade définitif, il crut pouvoir en conclure qu'il se trouvait en présence d'un type nouveau. Or on sait, depuis les belles recherches de M. Boas, que les Palinuridés et Scyllaridés au stade natant sont à peu près de même taille que les jeunes individus du

---

([1]) C. Sarato, *Études sur les Crustacés de Nice, genre* Arctus, *Dana.*; *sous-genre* Nisto, *Nob.* (*Le Moniteur des étrangers de Nice,* 1er mars 1885).

stade définitif, et cela suffit pour montrer qu'une simple mue doit conduire d'un état à l'autre.

Ainsi le sous-genre établi doit disparaître et l'on emploiera le terme de *nisto* pour désigner le stade « natant » des *Scyllarus*. On n'a pas décrit, que je sache, d'autres *Nisto* que celui du *Scyllarus arctus*, mais ce dernier ne semble pas rare, encore qu'il ne se trouve point signalé par les auteurs. Sarato en a « vu ou recueilli plus de 150 échantillons », tous à peu près de même taille : « 17^{mm}-22^{mm}. Les pêcheurs de l'endroit n'en connaissent pas de plus grandes, ajoute Sarato. Ils prennent ces *machottes blanches*, la nuit, au *gangui*, sorte de drague, à 30-40 brasses de profondeur, avec des galathées, de petites langoustes et divers poissons, tels que motelles, scorpènes, trigles, serrans, crénilabres. »

Nous voici donc mieux renseignés sur le développement des Scyllaridés de nos mers que sur celui de la Langouste commune, dont le stade « natant » est encore inconnu. A vrai dire, on n'a pas observé la transformation de leur phyllosome en individu « natant », ni celle de ce dernier en la forme définitive. Il est peu probable que cette transformation nous ménage quelques surprises, mais il n'est pas sans intérêt de savoir où et comment elle s'effectue, où se tiennent les « natants » des Scyllaridés (comme ceux des Langoustes d'ailleurs), et ce sont là des questions qui restent encore à résoudre.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Le quotient Trouton et la chaleur moléculaire de vaporisation des corps purs bouillant aux températures élevées.* Note de M. DE FORCRAND.

Dans une Note récente [1] j'ai expliqué que, d'après les faits actuellement connus, il devenait impossible de maintenir la règle de Trouton parmi les lois scientifiques. Ce n'est plus qu'une relation approchée, applicable seulement aux températures moyennes comprises entre 250° et 900° absolus. En dehors de cette région les écarts entre les valeurs réelles et la moyenne 22 sont tels que celles-ci passent de 0, *vers* le zéro absolu, à 27 environ à 2600°, et paraissent croître au delà sans limite.

---

[1] *Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 1439.

J'ai proposé de représenter ces variations par la formule

$$\frac{L}{T} = 10,1 \log T - 1,5 - 0,009T + 0,0000026T^2.$$

Je voudrais insister ici sur l'application de cette formule aux températures élevées, et en déduire quelques conséquences.

T est certainement, des deux termes de la fraction $\frac{L}{T}$, celui qui est le mieux connu, même aux températures élevées.

Il en est autrement pour L.

Trois méthodes permettent actuellement d'en déterminer la valeur, dans le cas général.

La méthode ébullioscopique (avec la formule de Van't Hoff) n'a pas été essayée jusqu'ici aux températures élevées.

La méthode directe est fort délicate toutes les fois qu'on s'écarte de la zone moyenne de 300° à 500° absolus; et même dans ces conditions les causes d'erreur sont telles que les nombres obtenus par divers expérimentateurs sont très peu concordants. Ainsi pour le brome et pour le chloroforme, substances cependant faciles à purifier, les écarts sont de 6 à 10 pour 100 de la valeur totale. En général il semble que les nombres obtenus sont trop élevés aux températures basses, et trop faibles à haute température.

Aussi les mesures faites aux températures élevées ne me paraissent pas mériter très grande confiance ([1]).

La méthode des tensions de vapeur (avec la formule de Clapeyron) semble à première vue beaucoup plus sûre. A plusieurs reprises j'ai indiqué quels services elle pouvait rendre. M. Leduc ([2]) a marqué aussi sa préférence pour ce procédé d'évaluation de L.

Il insiste, il est vrai, et avec raison pour le cas général, sur la nécessité d'introduire alors un terme correctif φ, qui exige, en outre de la connaissance de la pression critique, celle de la température critique et du volume liquide, données qui sont inconnues pour les températures élevées. On pourrait d'ailleurs, dans bien des cas, remplacer cette correction par celle de M. Nernst $\left(\frac{P_c - 1}{P_c}\right)$, ou mieux par celle de M. L. Gay ([3]), lesquelles n'exigent pas la connaissance du volume liquide et de la température critique.

Le plus souvent, il est vrai, aux températures élevées, la pression critique n'est

---

([1]) Pour ces raisons je ne me suis pas arrêté aux expériences récentes faites sur le mercure, le zinc, le cadmium et le bismuth par MM. Wehnelt et Musceleanu, et sur lesquelles M. Van Aubel s'est appuyé pour justifier *la loi* de Trouton (*Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 456). Ces valeurs s'écartent beaucoup de celles fournies par la méthode des tensions de vapeur.

([2]) *Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 225.

([3]) *Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 1464.

même pas connue, mais du moins on peut admettre qu'elle est très grande, et lorsqu'elle est très grande, la correction devient négligeable si l'on se propose de connaître L à la pression atmosphérique.

Il est certain en effet que, d'une manière générale, lorsque T augmente, P_c augmente aussi. Non pas qu'il y ait une relation générale simple; elle ne paraît exister que pour chaque famille de corps analogues (ou homologues). Toutefois, il n'y a aucune chance de rencontrer, bouillant à des températures de 1000° ou 2000° absolus, des corps dont la pression critique serait de quelques atmosphères. Déjà pour le mercure, bouillant à 630° absolus, P_c atteint ou dépasse 200^{atm} (1).

Dans ces conditions, et étant données les incertitudes de la détermination des températures et des pressions, le mieux, en vue d'un calcul fait pour la température T, est de supprimer toute correction et d'appliquer simplement la formule de Clapeyron aux mesures des tensions faites au voisinage de T et de 760^{mm}. On ne s'expose ainsi qu'à une erreur de $\frac{1}{200}$ au plus.

Ceci étant expliqué, voici quelques applications de ma formule aux températures élevées (à partir de 630° absolus) pour le mercure, le cadmium, le zinc, le bismuth, le plomb, l'argent, l'étain et le cuivre.

J'ai indiqué en regard les valeurs de L, déterminées directement ou déduites des tensions de vapeur.

	Calculé avec ma formule.		Valeurs de L déduites des tensions de vapeur.				Déterminations directes de L.		
	Valeurs de $\frac{L}{T}$.	Valeurs de L (en grandes calories).	Laby.	Smith et Menzies.	Ramsay et Young.	Young.	Person.	Kurbatof.	Wehnelt et Musceleanu.
Mercure (T = 630°).	22,135	13,945	14,020	14,047	13,719	13,883	12,400	13,600	12,720
				D. Berthelot.			Sutherland.		Wehnelt et Musceleanu.
Cadmium (T = 1051°).	22,431	23,575		25,663			28,0		20,344
			D. Berthelot.		Greenwood.				
Zinc (T = 1191°).	22,536	26,840	29,272		28,500		27,0		23,923
				Greenwood.			Wehnelt et Musceleanu.		
Bismuth (T = 1693°).	23,325	39,488		42,700			33,592		
Plomb (T = 1798°).	23,596	42,426		45,500					
Argent (T = 2228°).	25,168	56,074		55,800					
Étain (T = 2543°).	26,821	68,206		73,900					
Cuivre (T = 2583°).	27,063	69,904		70,600					

(1) Cailletet, Colardeau et Rivière (*Comptes rendus*, t. 130, 1900, p. 1585) ont pu *liquéfier* le mercure à 1153° absolus sous une pression de 162^{atm}.

L'accord est certainement satisfaisant, dans l'ensemble, entre les valeurs déduites des tensions et celles que donne ma formule, tandis que la formule plus simple de Nernst conduirait à des valeurs de L de 36 environ pour l'étain et le cuivre.

On sera certainement surpris de la grandeur de ces nombres : 56 pour l'argent, 70 pour le cuivre. En extrapolant jusqu'à la température d'ébullition du carbone, estimée à 3800°, on trouverait que la valeur de L atteint $144^{\text{Cal}},4$.

J'avais déjà signalé, il y a 12 ans environ, alors que nous pensions tous que la relation de Trouton était applicable même aux très hautes températures, que tous ces corps qui ont un point d'ébullition élevé acquièrent en passant à l'état gazeux une dose d'énergie supplémentaire énorme. Le fait que la règle n'est point exacte et que le quotient augmente avec T exagère l'importance de ces conséquences. En effet L augmente d'abord, parce qu'elle est le produit du quotient Trouton par T, puis parce que ce quotient augmente lui-même, et très vite, aux températures élevées.

Ainsi des réactions telles que

$$Ca + 2CsCl = CaCl^2 + Cs^2$$
$$Al^2 + 3BaO = Al^2O^3 + Ba^3$$
$$Al^2 + 3MgO = Al^2O^3 + Mg^3$$
$$Si + 2BaO = SiO^2 + Ba^2$$

s'expliquent très simplement par l'intervention des *vapeurs* de Ca, de Al, de Si, dans les conditions de l'expérience; elle n'est point compensée par la chaleur de vaporisation du corps antagoniste, dont le point d'ébullition T est bien inférieur; ce qui concorde avec la loi de Berthollet et la loi dite de *volatilité* de M. Matignon.

De même l'argent, qui bout à 1955° C., est gazeux à la température du chalumeau oxyhydrique et peut s'oxyder dans ces conditions, bien que son oxyde se dissocie vers 200°. La chaleur de formation de cet oxyde à haute température n'est plus $+ 7^{\text{Cal}},0$, mais $+ 7 + 56$, soit $+ 63^{\text{Cal}}$, si la molécule d'argent est Ag^2, et même $+ 7 + 2 \times 56$, si la molécule est Ag à 2000°.

Toutes les combinaisons du carbone sont fortement exothermiques et très stables aux températures où il est gazeux. La chaleur de formation du carbure de calcium devient $+ 13^{\text{Cal}},15 + 144,4$, ou peut-être $+ 13,15 + 2 \times 144,4$. Et il n'est même pas impossible que le carbone intervienne déjà à l'état gazeux aux plus hautes températures de nos fourneaux métallurgiques. Dans tous les cas, au four électrique, le carbone doit réduire l'alumine en dehors de toute électrolyse.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section de Chimie, en remplacement de M. *Lecoq de Boisbaudran*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 37,

M. CIAMICIAN réunit l'unanimité des suffrages.

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats, qui sera présentée à M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie pour la Chaire de *Constructions civiles*, vacante au Conservatoire national des Arts et Métiers.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de première ligne, le nombre de votants étant 43,

M. Mesnager obtient . . . . 41 suffrages
M. Espitallier » . . . . 1 suffrage

Il y a 1 bulletin nul.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de seconde ligne, le nombre de votants étant 34,

M. Espitallier obtint . . . . 33 suffrages

Il y a 1 bulletin nul.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie comprendra :

En première ligne. . . . . M. MESNAGER
En deuxième ligne . . . . M. ESPITALLIER

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie le décès de Lord *Avebury* (Sir *John Lubbock*).

M. C. **Schlegel** adresse un Rapport sur l'emploi qu'il a fait de la subvention qui lui a été accordée sur le Fonds Bonaparte en 1912.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° A. Couvelaire. *Introduction à la Chirurgie utérine obstétricale.* (Présenté par M. Guyon.)

2° Émile-F. Terroine. *La sécrétion pancréatique.* (Présenté par M. A. Dastre.)

ASTRONOMIE. — *Sur le spectre de la comète Schaumasse* 1913 *a*. Note de M. J. **Bosler**, présentée par M. H. Deslandres.

Nous avons pu, grâce à quelques nuits assez favorables, observer le spectre de la comète récemment découverte à Nice par M. Schaumasse. L'appareil employé a été le prisme à miroir objectif de $0^m,25$ de diamètre et de rapport d'ouverture $\frac{1}{3}$, qui a déjà été utilisé à l'Observatoire pour l'étude des comètes de ces dernières années.

Cinq clichés ont été obtenus les 24, 25, 26, 28 et 31 mai : ils ont été posés respectivement $1^h 50^m$, 3^h, $3^h 20^m$, 3^h et $3^h 5^m$. Nous avons employé le 26 une plaque Lumière Σ, le 31 une plaque Jougla mauve orthochromatisée par nous et les trois autres nuits des plaques Lumière violettes.

Toutes ces épreuves laissent voir un même spectre à fond continu qui part de la limite de sensibilité des plaques dans le rouge et s'étend dans l'ultraviolet jusque vers λ360 : ce fond continu, bien que faible par endroits, n'est cependant nulle part douteux ([1]). Trois condensations fort

([1]) On se rappelle que certaines comètes, notamment la comète Morehouse (1908*c*), ont paru exclusivement gazeuses, leurs spectres ne semblant renfermer que des bandes brillantes.

nettes y sont visibles : la bande bleue habituelle du spectre de Swan, attribué au carbone (vers λ 473), celle du cyanogène λ 388, qui est d'ailleurs la plus intense, enfin une bande large allant de λ 400 à λ 407, avec maximum vers λ 404.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète 1913 a (Schaumasse), faites à l'Observatoire de Marseille, au chercheur de comètes.* Note de M. **Borrelly**, présentée par M. B. Baillaud.

Comète 1913 *a* (Schaumasse).

Dates. 1913.	Temps moyen de Marseille.	Δ en Æ.	Δ en déclin.	Nombre de compar.	Æ apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Mai 9...	13.35.51	+1. 7,04	−10.18,5	5 : 5	20.44.38,18	−1̄,579	+12.29.20,8	+0,113	1
» 10....	13.43. 7	+0. 8,50	+13.52,3	7 : 7	20.40.41,64	−1̄,562	+13.28.14,3	+0,700	2
» 15....	12.45.15	+0. 9,22	− 7.24,7	5 : 5	20.16.37,26	−1̄,592	+18.56. 3,6	+0,672	3
» 22....	11.24.11	−0.33,00	− 3.21,2	5 : 5	19.24.33,81	−1̄,623	+28.14.45,2	+0,580	4
» 29....	10.36.49	−0.36,12	− 3. 6,9	7 : 7	18. 2. 6,78	−1̄,576	+37.23.11,9	+0,300	5
» 30....	9.32.58	+0.14,14	− 6.29,5	6 : 6	17.48.29,07	−1̄,656	+38.21. 6,1	+0,396	6

Position des étoiles de comparaison.

★.	Gr.	Æ moyenne 1913,0.	Réduction au jour.	Déclin. moyenne 1913,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1.........	8	20.43.30,06	+1,08	+12.39.51,4	−12,1	8135 Leipzig I, A.G.
2.........	7,5	20.40.32,02	+1,12	+13.14.34,2	−12,2	8107 Leipzig I, A.G.
3.........	8,4	20.16.26,69	+1,35	+19. 3.42,3	−14,0	8118 Berlin A, A.G.
4.........	8,7	19.25. 5,03	+1,78	+28.18.22,5	−16,1	10020 Cambridge (Engl.), A.G.
5.........	8,8	18. 2.40,51	+2,39	+37.26.34,3	−15,5	7479 Lund, A.G.
6.........	7,2	17.48.12,46	+2,47	+38.27.50,6	−15,0	7331 Lund, A.G.

Le 9 mai, la comète est faible, 11ᵉ gr., le ciel est mauvais. Le 10, la comète a sensiblement l'aspect de la veille. Le 15, la comète est de 10ᵉ-11ᵉ gr. Le 22, la comète a sensiblement l'aspect de la veille. Le 29, la comète présente une légère condensation au centre; gr. 10ᵉ,5. Le 30, la comète a l'éclat d'une faible 10ᵉ, elle est ronde avec légère condensation au centre.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète 1913 a (Schaumasse), faites à l'Observatoire de Marseille (équatorial d'Eichens, de* 0m,26 *d'ouverture).* Note de M. **Coggia**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1913.	Temps moyen de Marseille.	ΔÆ.	ΔꝒ.	Nombre de comp.	Æ apparente.	Log. fact. parall.	ꝒꝒ apparente.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Mai 26.....	11.37.13,6	−0.19,56	+4.44,1	12:12	18.41. 2,69	−$\bar{1}$,537	56.10.37,3	−0,368	1
» 27.....	11.49.41,0	+0.14,78	−8.17,5	12: 7	18.28.22,04	−$\bar{1}$,474	54.52.58,9	−0,274	2
» 28.....	11.46.49,5	+1.29,95	+0.59,6	15:10	18.15.12,21	−$\bar{1}$,437	53.40.34,6	−0,199	3
» 29.....	11.28.13,7	−1. 6,44	+0.45,4	15: 7	18. 1.36,47	−$\bar{1}$,449	52.34.26,5	−0,160	4

Positions moyennes des étoiles de comparaison.

★.	Gr.	Æ, 1913,0.	Réduction au jour.	ꝒꝒ, 1913,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1..............	8,0	17.41.20,13	+2,12	56. 5.36,9	+16,3	6833 Leyde
2..............	7,3	18.28. 5,05	+2,21	55. 1. 0,3	+16,1	7723 Lund
3..............	8,9	18.13.39,95	+2,31	53.39.19,2	+15,8	7591 Lund
4..............	8,8	18. 2.40,52	+2,39	52.33.25,6	+15,5	7479 Lund

Le 26, la comète est brillante, irrégulière et d'apparence résoluble. Diamètre : 2′ environ.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la convergence des séries trigonométriques de Fourier.* Note de M. **N. Lusin**, présentée par M. Appell.

1° Dans la Note présente je me propose de déduire une condition nécessaire et suffisante pour la convergence presque partout de toute série trigonométrique de Fourier d'une fonction à carré sommable.

Considérons deux séries trigonométriques conjuguées

$$(1) \qquad \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos nx + b_n \sin nx$$

et

$$(2) \qquad \sum_{n=1}^{\infty} - b_n \cos nx + a_n \sin nx,$$

où la série $\sum_{n=1}^{\infty} a_n^2 + b_n^2$ est convergente. D'après un théorème de MM. Fischer

et Riesz, ces séries trigonométriques sont les séries de Fourier de deux fonctions à carré sommable $f(x)$ et $g(x)$, ce qui donne lieu aux égalités

$$(3)\quad \begin{cases} a_n = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} f(\alpha)\cos n\alpha\, d\alpha = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} g(\alpha)\sin n\alpha\, d\alpha, \\ b_n = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} f(\alpha)\sin n\alpha\, d\alpha = -\frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} g(\alpha)\cos n\alpha\, d\alpha \end{cases}$$

Donc, en désignant par $S_n(x)$ la somme

$$\sum_{k=1}^{k=n} a_k \cos kx + b_k \sin kx,$$

nous pouvons écrire

$$S_n(x) = \frac{1}{\pi}\int_0^{\pi} [g(x+\alpha) - g(x-\alpha)]\left[\frac{1}{2\operatorname{tang}\frac{\alpha}{2}} - \frac{\cos\left(n+\frac{1}{2}\right)\alpha}{2\sin\frac{\alpha}{2}}\right] d\alpha.$$

De là, *il suffit* pour la convergence presque partout dans $(0, 2\pi)$ de la série (1) de Fourier qu'on ait simultanément :

I. $$\frac{1}{\pi}\int_0^{\pi} \frac{g(x+\alpha) - g(x-\alpha)}{2\operatorname{tang}\frac{\alpha}{2}}\, d\alpha = f(x)$$

presque partout, l'intégrale étant définie comme $\lim_{\varepsilon=0}\int_\varepsilon^\pi$;

II. $$\lim_{n=\infty}\int_0^{\pi} \frac{g(x+\alpha) - g(x-\alpha)}{\alpha}\cos n\alpha\, d\alpha = 0$$

presque partout.

Nous allons démontrer que ces deux conditions I et II sont en même temps *nécessaires* pour la convergence presque partout de la série (1) de Fourier.

2° Considérons d'abord la nature de la condition I. Supposons pour cela $g(x)$ une fonction continue dans $(0, 2\pi)$. Il est évident que l'existence de l'intégrale $\int_0^{\pi} \frac{g(x+\alpha) - g(x-\alpha)}{2\operatorname{tang}\frac{\alpha}{2}}\, d\alpha$ est équivalente à l'existence de l'intégrale $\int_0^{\pi} \frac{g(x+\alpha) - g(x-\alpha)}{\alpha}\, d\alpha$. En général, $\left|\frac{g(x+\alpha) - g(x-\alpha)}{\alpha}\right|$ ne restera pas bornée lorsque α tend vers zéro. En effet, on peut construire

une fonction *continue* $g(x)$ telle qu'on a

$$\int_0^\pi \left| \frac{g(x+\alpha)-g(x-\alpha)}{\alpha} \right| d\alpha = +\infty$$

pour un ensemble de points x de mesure *non nulle*. Nous allons, au contraire, montrer que l'intégrale $\int_0^\pi \frac{g(x+\alpha)-g(x-\alpha)}{\alpha} d\alpha$ existe toujours presque partout et cela quelle que soit la fonction $g(x)$ à carré sommable. Donc cette intégrale doit son existence à quelque sorte de l'*interférence* des valeurs infinies positives et négatives de la fonction $\frac{g(x+\alpha)-g(x-\alpha)}{\alpha}$ dans le voisinage de $\alpha = 0$. On peut considérer cette interférence comme la cause de la convergence de toutes les séries trigonométriques de Fourier.

3° Considérons la fonction harmonique

$$\sum_{n=1}^{\infty} \rho^n (a_n \cos nx + b_n \sin nx).$$

D'après les formules (3) on a identiquement, pour $0 \leq x \leq 2\pi$ et $0 \leq \rho < 1$,

$$\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} f(\alpha) \frac{1-\rho^2}{1-2\rho\cos(\alpha-x)+\rho^2} d\alpha = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} g(\alpha) \frac{2\rho\sin(\alpha-x)}{1-2\rho\cos(\alpha-x)+\rho^2} d\alpha.$$

L'intégrale du premier membre est une intégrale de Poisson qui correspond à une fonction à carré sommable; par conséquent, cette intégrale tend vers $f(x)$ presque partout quand ρ tend vers 1. De là, suivant l'analyse de M. Fatou (*Acta mathematica*, t. XXX, p. 360), et en vertu de « C-propriété » de la fonction $g(x)$ (ma Note, *Comptes rendus*, 17 juin 1912), on démontre sans difficulté que l'intégrale $\frac{1}{\pi} \int_\varepsilon^\pi \frac{g(x+\alpha)-g(x-\alpha)}{2 \tang \frac{\alpha}{2}} d\alpha$ tend vers $f(x)$ presque partout quand ε tend vers zéro pour toute fonction $g(x)$ à carré sommable.

4° La condition I étant satisfaite pour toute fonction $f(x)$ à carré sommable, on voit bien que la condition II est nécessaire et suffisante pour la convergence presque partout de la série de Fourier (1). Il est infiniment probable que la condition II est de même réalisable pour toute fonction $g(x)$ à carré sommable et, par conséquent, que toute série trigonométrique de Fourier qui correspond à une fonction à carré sommable, est toujours convergente presque partout. Il faut ici signaler une différence importante

entre le cas de fonction *sommable* et le cas de fonction *à carré sommable :* en effet, on peut construire une fonction *sommable*

$$f(x) \sim \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos nx + b_n \sin nx$$

telle que la somme de la série conjuguée

$$\sum_{n=1}^{\infty} - b_n \cos nx + a_n \sin nx$$

est une fonction *non sommable* dans aucun intervalle de $(0, 2\pi)$ et, par conséquent, non totalisable au sens de M. Denjoy.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration des équations aux dérivées fonctionnelles partielles* (¹). Note (²) de M. **Paul Lévy**, présentée par M. Hadamard.

Soit Φ une fonctionnelle dépendant d'un contour plan C, d'une fonction $u(s)$ définie en chaque point de C, s étant la longueur d'arc, et en outre de p paramètres $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_p$. Pour chaque système de valeurs de ces paramètres, supposons sa variation de la forme

$$(1) \qquad \delta\Phi = \int_{C} [\Phi'_u(s)\, du + \Phi'_n(s)\, \delta n]\, ds.$$

Si l'on considère les paramètres λ, non comme des constantes, mais comme des fonctionnelles de C et de $u(s)$ définies implicitement par les équations

$$(2) \qquad \frac{\partial\Phi}{\partial\lambda_i} = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, p),$$

on obtient une nouvelle fonctionnelle dont la variation est encore donnée par la formule (1), les valeurs de Φ'_u et Φ'_n restant les mêmes. Tous les *éléments* de cette fonctionnelle appartiennent à une des fonctionnelles considérées d'abord. On peut dire qu'elle est l'*enveloppe* de ces fonctionnelles.

(¹) Cette Note fait suite à ma Note du 19 mai, dont je conserve les définitions et les notations.

(²) Présentée dans la séance du 26 mai 1913.

Cette notion d'enveloppe s'étend au cas de fonctionnelles dépendant d'une fonction arbitraire; le système (2) est alors remplacé par une équation fonctionnelle. On peut de même définir l'enveloppe de fonctionnelles dépendant d'une fonction arbitraire et d'un certain nombre de paramètres, ou bien d'une fonction soumise à des conditions restrictives.

Si une infinité de fonctionnelles vérifient une équation aux dérivées fonctionnelles partielles

$$\Phi'_n(s) = \mathrm{F}|(\mathrm{C},\, u,\, \Phi'_u;\, \Phi,\, s)|, \tag{3}$$

il en est de même de leur enveloppe. Une famille de fonctionnelles dépendant d'une fonction arbitraire $f(t)$ et d'un paramètre λ, vérifient toujours une équation de la forme (3) et en général une seule. Dans ce cas, on peut dire qu'elle constitue une *intégrale complète* de l'équation (3), qui est certainement complètement intégrable. Son enveloppe constitue l'*intégrale singulière*. On définit l'*intégrale générale* comme enveloppe d'intégrales choisies parmi celles qui constituent l'intégrale complète.

Le cas le plus général est celui où ces intégrales dépendent de la fonction arbitraire $f(t)$, λ étant une fonctionnelle de $f(t)$; l'ensemble des éléments communs à ces intégrales et à leur enveloppe constitue une caractéristique de première espèce. On voit que l'intégrale générale dépend d'une fonctionnelle arbitraire.

Ces notions s'étendent aisément aux fonctionnelles dépendant de la ligne C et de plusieurs fonctions arbitraires.

Application. — Considérons une fonction z de x et y et une intégrale définie de la forme

$$\mathrm{I} = \int\int_{\mathrm{S}} f\left(x, y, z, \frac{\partial z}{\partial x}, \frac{\partial z}{\partial y}, \ldots, \frac{\partial^p z}{\partial x^p}, \frac{\partial^p z}{\partial x^{p-1}\,\partial y}, \ldots, \frac{\partial^p z}{\partial y^p}\right) dx\,dy,$$

S désignant la région intérieure au contour C. Supposons que, pour toutes les fonctions z vérifiant sur le contour les conditions

$$z = u(s), \qquad \frac{dz}{dn} = u_1(s), \qquad \ldots, \qquad \frac{d^{p-1} z}{dn^{p-1}} = u_{p-1}(s),$$

$\frac{d}{dn}$ désignant une dérivée normale, I ait un minimum déterminé Φ. On sait que la détermination correspondante de z vérifie une équation aux dérivées partielles d'ordre $2p$

$$h\left(x, y, z, \frac{\partial z}{\partial x}, \frac{\partial z}{\partial y}, \ldots, \frac{\partial^{2p} z}{\partial y^{2p}}\right) = 0. \tag{4}$$

Φ est une fonctionnelle dépendant de C, u, u_1, ..., u_{p-1}. J'ai obtenu sur cette fonctionnelle les résultats suivants :

1° Φ vérifie une équation aux dérivées fonctionnelles qu'on peut former sans avoir intégré l'équation (4). Cette équation donne en chaque point de la courbe C la valeur de $\Phi'_u(s)$ en fonction des valeurs en ce point de

$$x,\quad y,\quad u(s),\quad u_1(s),\quad \ldots,\quad u_{p-1}(s),\qquad \Phi'_u(s),\quad \Phi'_{u_1}(s),\quad \ldots,\quad \Phi'_{u_{p-1}}(s)$$

et des dérivées de ces quantités par rapport à s.

Un exemple d'une telle équation, vérifiée par l'intégrale de Dirichlet, a été donné par M. Volterra. Comme autre exemple, citons l'équation que vérifie l'aire de la surface minima limitée à une courbe gauche, cette courbe étant définie par sa projection C sur un plan et la distance z de chacun de ses points à ce plan. En adoptant les notations de M. Volterra pour représenter les dérivées d'une fonction de courbe gauche, cette équation s'écrit

$$(\Phi'_x)^2 + (\Phi'_y)^2 + (\Phi'_z)^2 = 1.$$

2° Toutes les équations aux dérivées fonctionnelles partielles ainsi obtenues sont complètement intégrables.

3° Si l'on remplace dans la définition de Φ l'aire S par l'aire comprise entre C et un autre contour C_1, on obtient de nouvelles intégrales de la même équation ; on peut même ajouter à Φ une constante λ. En faisant varier λ et les déterminations de u, u_1, ..., u_{p-1} relatives au contour C_1, on obtient une famille d'intégrales de l'équation étudiée ne vérifiant aucune autre équation de même nature, c'est-à-dire une intégrale complète.

4° Les caractéristiques de première espèce de cette équation se définissent de la manière suivante : on choisit une intégrale z de l'équation (4) et une valeur de λ. Pour chaque contour C, et les déterminations de u, u_1, ..., u_{p-1} correspondant à ce contour et à la détermination considérée de z, Φ est égal à l'intégrale I, relative à cette fonction z et à l'aire comprise entre C et un autre contour fixe, et augmentée de la constante λ.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur les nombres de classes des formes quadratiques binaires positives et à déterminant négatif.* Note de M. JACQUES CHAPELON, présentée par M. G. Humbert.

J'ai dernièrement indiqué le principe d'une méthode permettant d'obtenir des sommes telles que

$$\sum F(N-x^2) \quad \text{et} \quad \sum F_1(N-x^2),$$

où F et F_1 sont respectivement les nombres de classes des formes quadratiques de déterminant x^2-N, positives, de l'ordre propre et de l'ordre impropre, et x un entier de signe quelconque, congru à 0, ±1 ou ±2 (mod 5).

J'ai donné quelques formules se rapportant au cas où N est multiple de 10.

Voici des formules analogues *pour les autres cas où* N *est pair*.

Je rappelle que d' est un diviseur quelconque de N; de plus, on pose

$$N = d_1 d \quad \text{avec} \quad d_1 \geqq d.$$

Alors :

1° Si $N \equiv 2 \pmod{10}$,

$$\sum_{\substack{x\equiv\pm1\\ (\text{mod } 5)}} F(N-x^2) = \frac{3}{8}\sum d' - \frac{5}{8}\sum(-1)^{d'}d' + \frac{1}{2}\sum(-1)^{d_1}(d_1-d),$$

$$\sum_{\substack{x\equiv\pm1\\ (\text{mod } 5)}} F_1(N-x^2) = -\frac{1}{8}\sum d' - \frac{1}{8}\sum(-1)^{d'}d' + \frac{1}{2}\sum(-1)^{d_1}(d_1-d),$$

$$\sum_{\substack{x\equiv\pm2\\ (\text{mod } 5)}} F(N-x^2) + \sum_{\substack{x\equiv 0\\ (\text{mod } 5)}} F(N-x^2) = \frac{3}{8}\sum d' - \frac{1}{8}\sum(-1)^{d'}d',$$

$$\sum_{\substack{x\equiv\pm2\\ (\text{mod } 5)}} F_1(N-x^2) = -\frac{1}{12}\sum d' + \frac{1}{4}\sum(-1)^{d'}d',$$

$$\sum_{\substack{x\equiv 0\\ (\text{mod } 5)}} F_1(N-x^2) = -\frac{1}{24}\sum d' + \frac{1}{8}\sum(-1)^{d'}d';$$

2° Si $N \equiv -2 \pmod{10}$, on a les mêmes formules, mais il faut permuter $\sum\limits_{x\equiv\pm1}$ et $\sum\limits_{x\equiv\pm2}$;

3° Si $\mathrm{N} \equiv 4 \pmod{10}$,

$$\sum_{\substack{x=\pm 1 \\ (\mathrm{mod}\ 5)}} \mathrm{F}(\mathrm{N}-x^2) + \sum_{\substack{x=\pm 2 \\ (\mathrm{mod}\ 5)}} \mathrm{F}(\mathrm{N}-x^2)$$

$$= \frac{9}{16}\sum d' - \frac{7}{16}\sum(-1)^{d'}d'$$

$$+ \frac{1}{4}\sum(-1)^{d'}\left(\frac{d'}{5}\right)d' + \frac{1}{2}\sum(-1)^{d_1}\left(\frac{d_1+d}{5}\right)^2(d_1-d),$$

$$\sum_{\substack{x=\pm 1 \\ (\mathrm{mod}\ 5)}} \mathrm{F}_1(\mathrm{N}-x^2) = -\frac{1}{12}\sum d' + \frac{1}{4}\sum(-1)^{d'}d',$$

$$\sum_{\substack{x=\pm 2 \\ (\mathrm{mod}\ 5)}} \mathrm{F}_1(\mathrm{N}-x^2) = -\frac{5}{48}\sum d' + \frac{1}{16}\sum(-1)^{d'}d'$$

$$+ \frac{1}{4}\sum(-1)^{d'}\left(\frac{d'}{5}\right)d' + \frac{1}{2}\sum(-1)^{d_1}\left(\frac{d_1+d}{5}\right)^2(d_1-d),$$

$$\sum_{\substack{x=0 \\ (\mathrm{mod}\ 5)}} \mathrm{F}(\mathrm{N}-x^2) = \frac{3}{16}\sum d' - \frac{5}{16}\sum(-1)^{d'}d'$$

$$- \frac{1}{4}\sum(-1)^{d'}d'\left(\frac{d'}{5}\right) + \frac{1}{2}\sum(-1)^{d_1}\left[1-\left(\frac{d_1+d}{5}\right)^2\right](d_1-d),$$

$$\sum_{\substack{x=0 \\ (\mathrm{mod}\ 5)}} \mathrm{F}_1(\mathrm{N}-x^2) = -\frac{1}{16}\sum d' - \frac{1}{16}\sum(-1)^{d'}d'$$

$$- \frac{1}{4}\sum(-1)^{d'}d'\left(\frac{d'}{5}\right) + \frac{1}{2}\sum(-1)^{d_1}\left[1-\left(\frac{d_1+d}{5}\right)^2\right](d_1-d),$$

$$\sum_{\substack{x=\pm 2 \\ (\mathrm{mod}\ 5)}} \mathrm{F}(\mathrm{N}-x^2) + 5\sum_{\substack{x=\pm 2 \\ (\mathrm{mod}\ 5)}} \mathrm{F}\left(\frac{\mathrm{N}-x^2}{25}\right)$$

$$= \frac{3}{8}\sum d' - \frac{5}{8}\sum(-1)^{d'}d' + \frac{1}{2}\sum(-1)^{d'}d'\left(\frac{d'}{5}\right) + \sum(-1)^{d_1}\left(\frac{d_1+d}{5}\right)^2(d_1-d),$$

$$5\sum_{\substack{x=\pm 2 \\ (\mathrm{mod}\ 10)}} \mathrm{F}_1\left(\frac{\mathrm{N}-x^2}{25}\right) = \frac{1}{48}\sum d' - \frac{3}{16}\sum(-1)^{d'}d'$$

$$+ \frac{1}{4}\sum(-1)^{d'}d'\left(\frac{d'}{5}\right) + \frac{1}{2}\sum(-1)^{d_1}\left(\frac{d_1+d}{5}\right)^2(d_1-d),$$

4° Si $\mathrm{N} \equiv -4 \pmod{10}$, on a les mêmes formules en permutant $\sum\limits_{x=\pm 1}$ et $\sum\limits_{x=\pm 2}$ et en remplaçant $\left(\frac{d'}{5}\right)$ par $-\left(\frac{d'}{5}\right)$.

$\left(\frac{\Delta}{5}\right)$ représente le symbole de Legendre, nul si Δ est multiple de 5 et $F(D)$ ou $F_1(D)$ est nul si D n'est pas entier.

Les formules précédentes contiennent celles que M. Gierster a déduites de la multiplication complexe des fonctions elliptiques [1].

AÉRONAUTIQUE. — *Le vol à la voile*. Note [2] de M. **Vasilesco Karpen**, présentée par M. G. Lippmann.

J'ai montré antérieurement [3] comment les oiseaux voiliers pouvaient voler sans travail par vent variable dans le temps. Ces oiseaux peuvent aussi voler à la voile par *vent horizontal constant par rapport au temps, mais variable d'un point à l'autre de l'espace*.

Dans ce cas on pourra encore appeler accélération totale du vent le vecteur

$$v' = \left(\frac{dv}{dt}\right),$$

$[dv]$ étant la variation géométrique du vent entre les positions occupées par l'oiseau au commencement et à la fin du temps dt; de sorte que c'est l'oiseau lui-même qui, par le choix de la trajectoire, crée, pour ainsi dire, l'accélération du vent nécessaire au vol.

L'accélération ainsi définie joue, au point de vue du vol à la voile, le même rôle que l'accélération vraie du vent; il suffit de l'introduire dans les formules déjà établies pour étudier les différents cas qui peuvent se présenter, mais les conclusions concernant la meilleure vitesse relative β et le meilleur angle γ que doit faire β avec v', ainsi qu'en ce qui concerne la vitesse verticale $\frac{dh}{dt}$, seront différentes de ce qu'elles étaient dans le cas du vent variable dans le temps car, cette fois-ci v', agent du vol à la voile, ne dépend plus de t mais précisément de β, γ et $\frac{dh}{dt}$.

Je me bornerai à donner les résultats du calcul dans les deux cas suivants :

a. Vol par vent dont la vitesse, ayant partout la même direction, est constante dans un plan vertical parallèle au vent et varie uniformément

(1) *Mathematische Annalen*, t. XVII, 1880, p. 71.

(2) Présentée dans la séance du 12 mai 1913.

(3) *Comptes rendus* du 20 janvier et du 10 mars 1913.

de v'_1 m : s par mètre de distance mesurée suivant une horizontale normale au vent.

L'oiseau dirigera sa vitesse relative β de façon à faire constamment, en projection horizontale, un même angle γ avec v ; il volera contre le vent, s'il se dirige du côté où le vent augmente et suivant le vent, dans le cas contraire.

On a $v' = \beta v'_1 \sin\gamma$, et le calcul montre que la plus petite valeur de v'_1 permettant le vol à la voile est

$$(v'_1)_{\min.} = \frac{0,025}{\sqrt[6]{P}} \text{ m : s} \qquad (25^{\text{mm}} \text{ par seconde pour } P = 1),$$

elle correspond à $\gamma = \frac{\pi}{4}$ et à $\beta = 26\sqrt[6]{P}$ m : s.

b. Vol par vent dont la vitesse, constante dans un même plan horizontal, varie en grandeur et direction suivant une verticale.

Soit v'_2 m : s le vecteur représentant en grandeur et direction la variation géométrique du vent par mètre de hauteur.

On a

$$v' = v'_2 \frac{dh}{dt}.$$

Les vitesses β et $\frac{dh}{dt}$ étant choisies, la projection horizontale de la trajectoire relative optimum se détermine, comme dans le cas de l'accélération vraie du vent, en prenant $\gamma = 0$.

Le calcul montre que le minimum de v'_2, permettant le vol à la voile, est d'environ $\frac{0,3}{\sqrt[6]{P}}$ m : s, mais il correspond à de trop grandes vitesses β et $\frac{dh}{dt}$. Pour $\beta = 30\,P^{\frac{1}{6}}$ m : s et

$$\frac{dh}{dt} = 6P^{\frac{1}{6}} \text{ m : s},$$

l'on a

$$v'_2 = \frac{0,4}{\sqrt[6]{P}} \text{ m : s}.$$

Par exemple, deux couches d'air superposées, animées de vitesses parallèles, mais différant l'une de l'autre de 8 m : s, et séparées par une couche de 20^{m} de hauteur dans laquelle se produit le changement de vitesse, permettraient à un oiseau pesant 1^{kg} de passer indéfiniment d'une couche à l'autre. La montée se ferait en 3,3 secondes, tandis que la durée de la descente pourrait atteindre 5 minutes.

J'ai eu l'occasion de voir pratiquer ce genre de vol par une hirondelle qui profitait de couches d'air de vitesses différentes, dues à l'obstacle opposé au vent par une grande bâtisse.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Complément à deux Notes récentes sur le mouvement des milieux visqueux indéfinis.* Note de M. **Louis Roy**, présentée par M. Boussinesq.

Dans l'étude récente (¹) que nous avons faite de l'équation fondamentale du mouvement des milieux visqueux

$$(1) \qquad \mathrm{A}\frac{\partial^3 \varphi}{\partial x^2\,\partial t} + a^2\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = 0,$$

nous avons imposé une restriction à l'une des fonctions d'état initial, en les supposant de la forme

$$(\varphi)_{t=0} = \frac{1}{\sqrt{\pi}}\int_{-\infty}^{\infty} f(x+\alpha\sqrt{\eta})\,e^{-\alpha^2}\,d\alpha, \qquad \left(\frac{\partial\varphi}{\partial t}\right)_{t=0} = \frac{1}{\sqrt{\pi}}\int_{-\infty}^{\infty} g(x+\alpha\sqrt{\eta'})\,e^{-\alpha^2}\,d\alpha$$
$$(\eta > 0,\ \eta' \geqq 0).$$

Nous nous proposons aujourd'hui de nous affranchir de cette restriction et d'étudier les propriétés analytiques essentielles de l'intégrale correspondante.

Afin de simplifier l'écriture, nous supposerons les unités choisies de telle sorte que $\mathrm{A} = 2$ et que $a = 1$; la fonction $\varphi(x, t)$ sera alors entièrement déterminée par les équations

$$(2) \qquad \left\{\begin{array}{l} 2\dfrac{\partial^3 \varphi}{\partial x^2\,\partial t} + \dfrac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} - \dfrac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = 0; \\ \text{pour } t = 0, \\ \varphi = f(x), \qquad \dfrac{\partial \varphi}{\partial t} = g(x); \\ \text{pour } \omega = \pm\infty, \\ \qquad \varphi = 0. \end{array}\right.$$

L'intégrale des équations (2) s'obtient comme celle de notre Note du 21 avril 1913; si l'on pose

$$\mathrm{F}(\alpha) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} f(\xi)\,e^{-i\alpha\xi}\,d\xi, \qquad \mathrm{G}(\alpha) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} g(\xi)\,e^{-i\alpha\xi}\,d\xi \qquad (i = \sqrt{-1}),$$

(¹) *Comptes rendus*, t. 156, 21 avril 1913, p. 1221, et 28 avril 1913, p. 1309.

on trouve, par l'emploi de l'intégrale de Fourier,

$$(3)\qquad \varphi(x,t)=\int_{-\infty}^{\infty}\left[F(\alpha)\left(\alpha\frac{\operatorname{sh}\alpha t\sqrt{\alpha^2-1}}{\sqrt{\alpha^2-1}}+\operatorname{ch}\alpha t\sqrt{\alpha^2-1}\right)+G(\alpha)\frac{\operatorname{sh}\alpha t\sqrt{\alpha^2-1}}{\alpha\sqrt{\alpha^2-1}}\right]e^{-t\alpha^2+ix\alpha}\,d\alpha.$$

Pour que cette intégrale ait un sens, il suffit que la fonction $F(\alpha)$ soit de l'ordre de $\frac{1}{\alpha^2}$ pour $|\alpha|$ très grand et que la fonction $G(\alpha)$ reste finie ; pour qu'il en soit ainsi et aussi pour que l'intégrale (3) s'annule à l'infini, on reconnaît qu'il suffit que les fonctions d'état initial satisfassent aux conditions suivantes :

1° Les fonctions $f(x)$, $g(x)$, nécessairement finies, satisfont aux conditions de Dirichlet et sont telles que les produits $xf(x)$, $xg(x)$ tendent vers zéro quand $|x|$ augmente indéfiniment;

2° A partir d'une valeur suffisamment grande, mais finie de $|x|$, les fonctions $f(x)$, $g(x)$ varient toujours dans le même sens et la seconde ne présente plus de discontinuités;

3° La fonction $f(x)$, nécessairement continue, puisqu'elle représente le déplacement en chaque point d'un milieu continu, admet une dérivée $f'(x)$ satisfaisant aux mêmes conditions que la fonction $g(x)$.

Si maintenant on s'appuie sur deux théorèmes connus de la théorie des fonctions ([1]), on peut démontrer les propositions suivantes :

I. L'intégrale $\varphi(x, t)$, définie par l'égalité (3) et où la variable t est regardée comme une variable complexe, la variable x ayant une valeur réelle quelconque, est une fonction holomorphe de t en tout point du plan situé à droite de l'axe imaginaire ; l'intégrale $\varphi(x, t)$ cesse d'être holomorphe sur cet axe, mais elle reste continue par rapport à t ainsi que sa dérivée $\frac{d\varphi}{dt}$.

II. L'intégrale $\varphi(x, t)$, définie par l'égalité (3) et où la variable t a une valeur quelconque située à droite de l'axe imaginaire, est une fonction continue de la variable réelle x; si les fonctions d'état initial $f(x)$, $g(x)$ sont formées par une succession d'arcs analytiques, l'intégrale $\varphi(x, t)$ est

---

([1]) H. Poincaré, *Théorie analytique de la propagation de la chaleur*, Chap. VII, p. 118 et 123.

une fonction analytique de la variable réelle x pour toutes les valeurs de x, sauf pour celles où les fonctions $f(x)$, $g(x)$ cessent elles-mêmes d'être analytiques.

Par la propriété I, l'équation (1) se rapproche de l'équation de la chaleur

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2}, \tag{4}$$

dont l'intégrale jouit, comme on sait, de la même propriété, mais elle s'en distingue essentiellement par la propriété II. Lorsqu'on attribue à t une valeur quelconque située à droite de l'axe imaginaire, on sait en effet que l'intégrale de l'équation (4) est une fonction de x holomorphe dans tout le plan, quelle que soit la nature de la fonction d'état initial, même, par conséquent, si celle-ci n'est analytique en aucun point. Par la propriété II, l'équation (1) se rapproche plutôt de l'équation des cordes vibrantes

$$a^2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = 0, \tag{5}$$

ou de l'équation des télégraphistes; mais il y a encore ici une différence capitale. Si l'une des fonctions d'état initial cesse d'être analytique en un point $x = x_0$, nous savons que l'intégrale (3) cessera elle-même d'être analytique au point $x = x_0$, quel que soit t; au contraire, l'intégrale de l'équation (5) cessera d'être analytique aux deux points $x = x_0 \pm at$. Ainsi, les points de discontinuité de l'intégrale de (1) restent stationnaires, tandis que ceux de l'intégrale de (5) se propagent en sens inverse avec une vitesse constante.

Ces conclusions sont entièrement d'acord avec celles que M. Duhem [1] a déduites de la méthode d'Hugoniot.

PHYSIQUE. — *Sur un régulateur de température.*

Note [2] de M. **Ernest Esclangon**, présentée par M. G. Lippmann.

Dans une Note antérieure [3], j'ai montré que les régulateurs à équilibre indifférent sous le régime normal et instable par rapport aux écarts infini-

[1] P. Duhem, *Recherches sur l'élasticité* (*Annales de l'École Normale supérieure*, 3e série, t. XXI, 1904, p. 388).

[2] Présentée dans la séance du 13 mai 1913.

[3] *Comptes rendus*, 19 février 1912.

ment petits à ce régime, présentaient, outre l'avantage d'une sensibilité théoriquement infinie, celui de n'être pas influencés par les variations des éléments secondaires qui interviennent dans le phénomène à régler (par exemple, dans la régulation thermique : pression du gaz chauffant, température extérieure, rayonnement, etc.).

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un nouveau régulateur thermique, simple, basé sur ce principe, dont le fonctionnement est d'une très grande précision en même temps que d'une très grande régularité.

Il se compose d'un tube *circulaire* ACB (*fig.* 1) fermé en A, ouvert en B, tour-

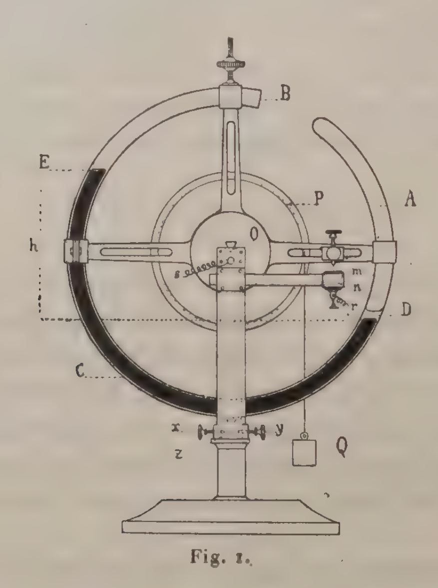


Fig. 1.

nant autour de son centre O. Il contient en A une *vapeur saturante* avec un petit excès de liquide D, la portion DCE étant occupée par du mercure. Le centre de gravité de l'appareil (abstraction faite du mercure) est sur l'axe de rotation O; en P est une poulie à laquelle est suspendu un poids Q [1]. Il est facile de voir que si l'équilibre existe sous une température θ, *il est indifférent;* il n'est pas détruit par une rotation de l'appareil autour du point O. Au contraire tout écart de température, *aussi petit soit-il*, fera basculer entièrement l'appareil, dont on limite toutefois pratiquement les mouvements par les arrêts x, y. Il suffit alors de relier ses mouvements à l'appareil chauffant (ou refroidisseur), dans un sens convenable, pour réaliser la régulation.

---

(1) Pratiquement, en raison des faibles mouvements permis à l'appareil, la construction est un peu différente.

En vertu de l'équilibre indifférent, la puissance de l'appareil chauffant commandée par le régulateur est donc *indéterminée* sous la température θ; il en résulte pratiquement, que *cette puissance s'harmonise à chaque instant avec les autres variables* dont dépend le phénomène (pression du gaz, température extérieure, etc.), pour produire exactement la température θ. En modifiant le poids Q, on fait varier la température de régime θ.

Pour plus de simplicité pratique, nous avons substitué une liaison électrique discontinue à une liaison continue avec l'appareil chauffant.

La figure 2 montre la régulation obtenue, dans l'air et pendant une semaine, avec

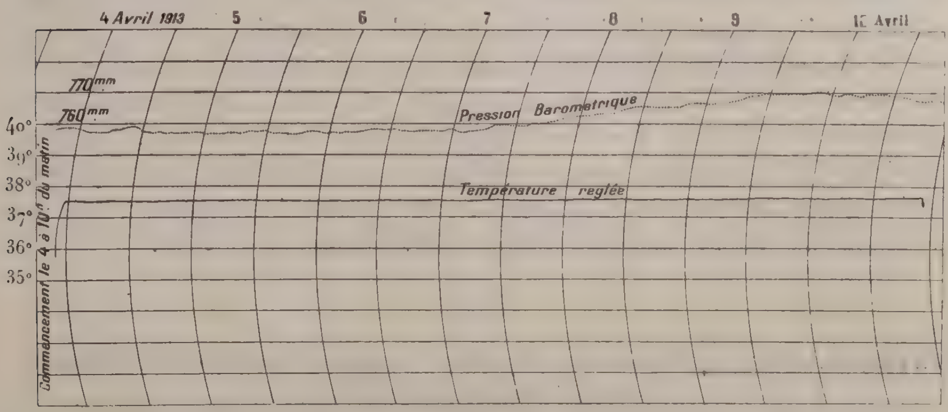


Fig. 2. — Régulation thermique obtenue avec l'appareil représenté figure 1 (chauffage électrique).

cet appareil, comparativement avec celle que donne, *dans la même étuve* (*fig.* 3) *avec le même mode de chauffage*, un régulateur bimétallique à dilatation.

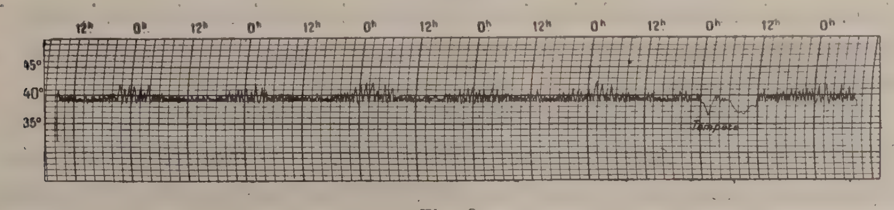


Fig. 3.

Théoriquement la température de régime θ dépend légèrement de la pression barométrique, si l'appareil est entièrement abandonné à lui-même [1]; mais d'une part

---

[1] Pour le rendre indépendant de la pression barométrique, il faudrait fermer le tube en B et substituer le vide, ou une autre vapeur saturante, à la pression atmosphérique, ou enfin adopter un mode quelconque de compensation, ce qui compliquerait la construction ou augmenterait les dimensions de l'appareil.

cette dépendance est presque négligeable, comme le montre la figure 2; d'autre part rien n'est plus facile que d'en corriger l'effet au moyen du poids Q, si l'on désire une précision extrême.

Ce modèle de régulateur présente, outre sa grande précision et sa simplicité, l'avantage de n'être délicat, ni dans sa construction, ni dans son fonctionnement. Le contact électrique en m et n se produisant par une plongée très franche et très profonde, dans le mercure, d'une tige de platine ne nécessite aucune surveillance spéciale. C'est ainsi que la courbe de la figure 2 a été obtenue avec un chauffage électrique (1), un courant à 110 volts passant aux bornes m, n, sans que les étincelles troublent d'une manière sensible le fonctionnement de l'appareil.

Les dimensions de l'appareil pourront être petites (par exemple 10^{cm} de diamètre) si la température à régler est voisine de la température d'ébullition du liquide dont la vapeur saturante est utilisée en A. C'est ainsi que l'éther convient pour les réglages entre 35° et 40° (étuves de bactériologie); l'acétone au voisinage de 55° (étuves à inclusion); l'eau au voisinage de 100°; le chlorure d'éthyle au voisinage de 15°, etc.

PHYSIQUE. — *Sur le glissement des liquides à la paroi*. Note de M. R. **Détrait**, présentée par M. Lippmann.

Les expérriences de Poiseuille sur l'écoulement de l'eau dans les tubes capillaires ont montré que lorsqu'un liquide mouille le tube, il n'y a aucun glissement de la couche de liquide au contact immédiat de la paroi. Depuis Coulomb, l'existence d'un glissement lorsque la paroi n'est pas mouillée a été souvent cherchée.

Plusieurs expérimentateurs, dont récemment M. Bénard (2), en étudiant l'écoulement du mercure dans des tubes de verre, ont montré que s'il existe un glissement à la paroi, celui-ci ne peut être constaté que par des mesures directes; le diamètre des tubes capillaires n'est pas mesurable avec une précision suffisante.

---

(1) Avec le chauffage à gaz, il suffit d'utiliser un clapet, actionné par le courant qui s'établit en m et n; avec un électro-aimant de grande résistance, ce courant peut être emprunté directement aux distributions ordinaires à haut voltage sans dépense appréciable, et sans qu'on ait à s'inquiéter des étincelles.

(2) Brillouin, *Leçons sur la viscosité des liquides et des gaz*, 1907.

Afin d'éviter cette dernière mesure, sur les conseils de M. Gutton, j'ai comparé les écoulements de deux liquides dans des tubes de verre et de soufre; l'un des liquides, l'essence de pétrole ou l'alcool, mouille à la fois le verre et le soufre; l'autre liquide, l'eau, ne mouille pas le soufre.

J'ai obtenu des tubes capillaires en soufre en coulant le soufre dans un tube de verre suivant l'axe duquel était tendu un fil de verre. Au bout de 15 jours environ, il est possible de retirer le fil de verre et d'obtenir des tubes atteignant 2^{cm} à 4^{cm} de longueur. La paroi du conduit capillaire est parfaitement polie et n'est pas mouillée par l'eau. Bien qu'après un long séjour du soufre dans l'essence de pétrole on puisse constater une légère dissolution, celle-ci est très faible et n'intervient pas dans les expériences. J'ai constaté, en effet, sur les tubes qui ont servi, que la durée de l'écoulement de l'eau n'était en rien modifiée après plusieurs expériences d'écoulement d'essence de pétrole. La dissolution du soufre par l'alcool n'a pu être constatée.

En appelant P la pression d'écoulement suivant le régime de Poiseuille, d'un volume V de liquide pendant le temps T, au travers d'un tube cylindrique de rayon R et de longueur L, le coefficient de viscosité du liquide, lorsque celui-ci adhère complètement à la paroi, est donné par la relation

$$\eta = \frac{\pi R^4}{8LV} PT.$$

En faisant écouler successivement dans un tube de verre de l'eau et de l'essence de pétrole, le rapport des produits des durées d'écoulement par les pressions est égal au rapport des coefficients de viscosité des deux liquides.

$$\frac{\eta}{\eta'} = \frac{PT}{P'T'}.$$

Les mêmes expériences, reprises dans un tube de soufre, donneraient encore le rapport $\frac{\eta}{\eta'}$ si l'eau qui ne mouille pas le soufre était immobile à la paroi. Si, au contraire, la vitesse le long de la paroi n'est pas nulle, le rapport des produits de la pression par les durées de l'écoulement n'est plus égal au rapport des viscosités.

Comme les viscosités dépendent, dans de larges limites, de la température et que les quatre expériences ne sont comparables que pour une température déterminée, j'ai étudié et représenté par des courbes représentant les variations des produits PT avec la température. S'il n'y a pas de glissement à la paroi ces courbes sont confondues; or l'expérience me les donne distinctes.

Il a été vérifié que si l'on compare les résultats fournis par l'essence de

pétrole et l'alcool, qui tous deux mouillent le verre et le soufre, les courbes obtenues sont confondues. On peut donc conclure à l'existence d'un glissement de l'eau contre une paroi de soufre.

Le dispositif expérimental est analogue à celui de Poiseuille.

L'ampoule d'où s'écoule le liquide et le tube capillaire plongent dans un récipient en verre rempli du liquide en expérience. Le remplissage se fait par aspiration directe du liquide au travers du tube capillaire. Les durées des écoulements sont mesurées au $\frac{1}{5}$ de seconde par un chronomètre. Un manomètre à eau donne la pression d'écoulement qui a été corrigée de la pression des colonnes d'air dues aux différences des niveaux. La correction capillaire a été faite selon la méthode de M. Bénard ([1]), et la correction de force vive selon le procédé de M. Couette ([2]). Cette dernière correction exige la connaissance du volume V de l'ampoule, mesuré par des pesées d'eau, et du rayon R des tubes; ce rayon est obtenu avec une précision suffisante au moyen d'une machine à diviser.

Quoique non rigoureusement certaines, les corrections effectuées sont tellement faibles que l'incertitude qui en résulte ne peut expliquer l'écart qui permet de conclure à l'existence d'un glissement à la paroi.

Je me suis servi de deux tubes de verre de dimensions différentes; ils ont donné le même rapport de viscosité des liquides. Des expériences relatives aux écoulements d'eau et d'essence de pétrole ont été faites avec quatre tubes de soufre, de diamètre et de longueur différents, enfin des comparaisons relatives à la fois à l'eau, à l'essence de pétrole et à l'alcool ont porté sur trois nouveaux tubes de soufre.

Ces expériences ont montré que lors des écoulements d'eau et d'essence de pétrole ou d'alcool, les valeurs obtenues pour les rapports $\frac{PT}{P'T'}$ étaient différentes, et qu'au contraire, lorsque les liquides mouillent la paroi, ce qui est le cas de l'essence de pétrole et de l'alcool, elles sont sensiblement égales.

Voilà à titre d'exemple les résultats obtenus avec un tube de verre et un tube de soufre pour la température de 17°C. Les pressions d'écoulement étaient pour les diverses expériences comprises entre 50^{cm} et 80^{cm} d'eau.

([1]) Brillouin, *Leçons sur la viscosité des liquides et des gaz*, 1re Partie, p. 154.
([2]) Couette, *Thèse de Physique*, 1890.

	Rapports des produits des pressions par les temps d'écoulement $= \frac{PT}{P'T'}$.		
	Eau-essence de pétrole.	Alcool-eau.	Alcool-essence de pétrole.
Tube de verre : Rayon : $0^{cm},013$; Longueur : $3^{cm},3$ env.	1,9592	1,1534	2,2598
Tube de soufre : Rayon : $0^{cm},0009$; Longueur : $2^{cm},3$ env.	1,8724	1,2017	2,2507

Lorsqu'un liquide ne mouille pas la paroi du tube de rayon R et glisse le long de celle-ci, l'écoulement se fait comme si le tube avait un rayon plus grand, soit $R + \varepsilon$. La formule de Poiseuille permet de déduire ε. En particulier, du Tableau précédent on tire :

Cas eau-essence de pétrole........ $\left(\frac{R+\varepsilon}{R}\right)^4 = \frac{1,9592}{1,8724} = 1,0461$

Cas eau-alcool.................... $\left(\frac{R+\varepsilon}{R}\right)^4 = \frac{1,2017}{1,1534} = 1,0419$

Pour l'essence de pétrole et l'alcool, le rapport correspondant

$$\frac{2,2598}{2,2507} = 1,0040$$

est sensiblement égal à l'unité. Des deux premiers rapports on tire pour ε une valeur moyenne qui est

$$\varepsilon = 0^{\mu},97.$$

L'existence d'un glissement de l'eau contre une paroi de soufre que les expériences précédentes permettent de constater donne la raison de la grande force électromotrice de filtration de l'eau dans le soufre.

PHOTOGRAPHIE. — *Sur la reconstitution, par cliché photographique, de certains détails invisibles des tableaux anciens.* Note de M. **H. Parenty**, présentée par M. Lippmann.

Ainsi que M. E. Wauters l'a récemment obtenu pour les retouches à la sépia de plusieurs dessins de Raphaël, j'ai réussi à faire paraître sur un cliché photographique certains détails invisibles à l'œil nu des tableaux anciens. En éclairant de diverses façons une *Décollation de Saint Jean-*

Baptiste attribuée à Rubens, j'ai révélé la signature du maître *Rubês* dont les deux premières lettres apparaissent nettement dans tous les clichés, dont les trois dernières moins visibles peuvent être reconstituées par la comparaison de l'ensemble des clichés. Un estampage sur papier mince permet de constater après coup que le phénomène doit être ici attribué à un relief de la toile.

PHYSIQUE. — *Sur la théorie cinétique du paramagnétisme des cristaux.* Note [1] de M. **Pierre Weiss**, présentée par M. J. Violle.

I. Je suppose que les molécules soient disposées suivant les nœuds d'un réseau et soumises quant à leur orientation à l'agitation thermique. A chaque orientation d'un aimant moléculaire correspond aussi une énergie potentielle W. La distribution de ces aimants sera représentée par les points que les pôles nord occupent sur une sphère, les pôles sud étant au centre. En l'absence d'un champ magnétique, la substance est à l'état neutre ; le centre de gravité des pôles nord coïncide donc avec le centre de la sphère.

J'applique au cristal ainsi schématisé un raisonnement analogue à celui qui a conduit Langevin à la théorie du paramagnétisme des gaz.

Soient :

N le nombre de molécules dans la molécule-gramme,
r la constante de l'équation des gaz, rapportée à 1 molécule,
c une constante,
on a pour le nombre de molécules contenues dans l'angle solide $d\omega$

$$dN = ce^{-\frac{W}{rT}}\,d\omega. \tag{1}$$

Un champ magnétique H, faisant un angle α avec le moment moléculaire μ augmente l'énergie potentielle de $-H\mu\cos\alpha$. Le nombre des aimants contenus dans l'angle solide $d\omega$ devient

$$dN = ce^{-\frac{W - H\mu\cos\alpha}{rT}}\,d\omega \tag{1'}$$

et leur moment magnétique

$$d\sigma_m = c\mu e^{-\frac{W - H\mu\cos\alpha}{rT}}\cos\alpha\,d\omega,$$

et par conséquent l'aimantation moléculaire

$$\sigma_m = c\mu\int e^{-\frac{W - H\mu\cos\alpha}{rT}}\cos\alpha\,d\omega.$$

[1] Présentée dans la séance du 26 mai 1913.

Si l'aimantation est proportionnelle au champ, on peut, pour la détermination du coefficient d'aimantation, prendre H aussi petit qu'on veut, donc

$$\sigma_m = c\mu \int e^{-\frac{W}{rT}} \left(1 + \frac{H\mu \cos\alpha}{rT}\right) \cos\alpha \, d\omega.$$

A cause de la condition de neutralité, $\sigma_m = 0$ quand $H = 0$, et

$$(2) \qquad \sigma_m = \frac{c\mu^2 H}{rT} \int e^{-\frac{W}{rT}} \cos^2\alpha \, d\omega.$$

En remarquant que (1') redevient (1) quand H est infiniment petit et en divisant (2) par (1),

$$\sigma_m = \frac{N\mu^2 H}{rT} \frac{\int e^{-\frac{W}{rT}} \cos^2\alpha \, d\omega}{\int e^{-\frac{W}{rT}} d\omega}.$$

En posant $N\mu = \sigma_{m_0}$, saturation moléculaire absolue, $N r = R$, constante de l'équation des gaz pour la molécule-gramme, il vient

$$(3) \qquad \sigma_m = \frac{\sigma_{m_0}^2 H}{RT} \frac{\int e^{-\frac{W}{rT}} \cos^2\alpha \, d\omega}{\int e^{-\frac{W}{rT}} d\omega},$$

expression qui montre qu'en général le coefficient d'aimantation n'est pas inversement proportionnel à la température absolue, mais une fonction plus compliquée de celle-ci. Si l'on suppose W constant, on retombe sur les formules

$$(4) \qquad \sigma_m = \frac{\sigma_{m_0}^2}{3RT} H, \qquad \chi_m = \frac{\sigma_{m_0}^2}{3RT}, \qquad C_m = \frac{\sigma_{m_0}^2}{3R}$$

(χ_m coefficient d'aimantation, C_m constante de Curie moléculaires), applicables aux gaz, aux solutions, aux corps amorphes.

On déduit immédiatement de (3) que, dans le cas général, la moyenne des coefficients d'aimantation observés dans trois directions rectangulaires obéit à loi de Curie, avec un coefficient d'aimantation et une constante de Curie donnés par les formules (4).

Quand on mesure le coefficient d'aimantation d'une substance pulvérisée, isotrope par compensation, cela revient à prendre la moyenne pour un grand nombre de systèmes de trois directions rectangulaires. Le coefficient moyen obéit donc à la loi de Curie et la constante de Curie est la même que si la rotation des molécules était devenue aussi libre que dans un gaz parfait. Ainsi se trouve justifié, pour les corps répondant au schéma

ci-dessus, l'usage que j'ai fait antérieurement des coefficients d'aimantation pour la détermination des moments moléculaires.

Revenant à la formule (3), on peut remarquer que, puisque $e^{-\frac{W}{rT}}$ est la densité en direction des aimants moléculaires, le facteur

$$\frac{\int e^{-\frac{W}{rT}}\cos^2\alpha\,d\omega}{\int e^{-\frac{W}{rT}}\,d\omega}$$

est la valeur moyenne de $\cos^2\alpha$ pour toutes les molécules. Une substance obéira ou n'obéira pas à la loi de Curie suivant que cette moyenne sera constante ou non. Si les aimants élémentaires sont rassemblés en un faisceau étroit de direction pratiquement indépendante de la température (ce qui aura lieu si W a un minimum très accentué), $\cos^2\alpha$ restera constant. La substance suivra la loi de Curie avec une constante de Curie dépendant en général de la direction. Il en sera encore de même si les aimants élémentaires sont répartis entre plusieurs faisceaux étroits sans communication entre eux. Ce cas sera, par exemple, réalisé dans un groupement cristallin où le cristal simple posséderait des aimants moléculaires dirigés suivant un faisceau étroit.

PHYSIQUE. — *Loi générale de la diffraction des rayons Röntgen par les cristaux.* Note de M. G. **Friedel**, présentée par M. E. Bouty.

G. Wulff a fait connaître récemment [1] une loi qui simplifie beaucoup l'interprétation des photogrammes de Friedrich et Knipping, de Broglie, etc. Le raisonnement de Wulff n'est pas rigoureux et fait intervenir une hypothèse inutile. Mais le résultat, ainsi que je me propose de le montrer, est absolument général et subsiste quel que soit le réseau et quelle que soit l'incidence. Aucune hypothèse n'est nécessaire, si ce n'est les suivantes :

1° Le rayon incident comprend un spectre continu de longueurs d'onde qui sont de l'ordre de grandeur des paramètres cristallins.

2° Chaque nœud du réseau émet un système d'ondes sphériques en concordance de phase avec le rayon incident.

---

[1] *Physikalische Zeitschrift*, t. XIV, 1913.

Remarquons que le réseau dont il est question ici n'est pas nécessairement le véritable réseau-période, défini par les trois translations fondamentales, mais peut aussi bien (et même plus probablement à première vue) être un de ses multiples, par exemple le réseau des centres des molécules.

Ces hypothèses admises, le résultat de Wulff s'en déduit aisément.

D'abord il est clair que, si l'on considère un système de plans réticulaires parallèles du cristal, la direction D, définie par la loi de la réflexion régulière du rayon incident I sur ce système de plans, est celle d'un rayon diffracté possible. Considérons en effet un de ces plans P, et dans ce plan des points quelconque O, O_1, O_2, ... (par exemple des nœuds).

La différence de marche est nulle entre les rayons IOD, IO_1D, etc. Considérons ensuite le plan réticulaire P′, contigu du plan P, et, dans ce plan, des points quelconques (par exemple des nœuds) O′, O'_1, O'_2, ... La différence de marche est nulle encore entre les rayons IO′D, IO'_1D, ... Quant à la différence de marche d entre les rayons IOD et IO′D, elle est égale au double de la projection de l'équidistance des plans PP′ sur le rayon incident. Pour tous les autres plans réticulaires P^n du système, la différence de marche entre IOD et IO^nD sera un multiple entier de d. Par suite, la direction D est celle d'un rayon diffracté dont la longueur d'onde est d ou l'une de ses harmoniques. Il suffira que le rayon incident contienne l'une des longueurs d'onde $d, \frac{d}{2}, \frac{d}{3}, \ldots$, pour que la direction D fournisse un rayon diffracté comportant cette longueur d'onde.

En second lieu, je dis que cette règle donne tous les rayons diffractés possibles.

Soient, en effet, D un rayon diffracté; OA_1, OA_2, OA_3 les trois rangées conjuguées définissant le réseau et a_1, a_2, a_3 leurs paramètres; a_{1D}, a_{2D}, a_{3D} les projections de ces paramètres sur D; a_{1I}, a_{2I}, a_{3I} les projections des mêmes vecteurs sur I.

Pour que D puisse être un rayon diffracté, il faut que, si m, n, p sont les coordonnées numériques d'un nœud du réseau, on ait, quels que soient m, n, p,

$$m\,(a_{1I}+a_{1D})+n\,(a_{2I}+a_{2D})+p\,(a_{3I}+a_{3D}=K\lambda,$$

K étant entier.

En particulier, il faut que cette relation soit vérifiée pour les nœuds 100, 010, 001, c'est-à-dire qu'on ait

$$(1)\qquad \begin{cases} a_{1I}+a_{1D}=K_1\lambda,\\ a_{2I}+a_{2D}=K_2\lambda,\\ a_{3I}+a_{3D}=K_3\lambda.\end{cases}$$

Pour qu'il y ait un plan réticulaire par rapport auquel le rayon D suit la loi de la réflexion, il faut et il suffit qu'il existe un plan réticulaire pour lequel la différence de marche entre le rayon passant par un nœud quelconque du plan et le rayon passant par l'origine O, soit nulle. Il suffit d'ailleurs que cela ait lieu pour deux nœuds

du plan, soit $m'n'p'$, $m''n''p''$, c'est-à-dire qu'on ait

$$m'(a_{11}+a_{1D})+n'(a_{21}+a_{2D})+p'(a_{31}+a_{3D})=0,$$
$$m''(a_{11}+a_{1D})+n''(a_{21}+a_{2D})+p''(a_{31}+a_{3D})=0,$$

ou, en vertu des relations (1),

$$(2)\qquad m'K_1+n'K_2+p'K_3=0,$$
$$m''K_1+n''K_2+p''K_3=0.$$

L'équation du plan est alors

$$\frac{x}{a_1}(n'p''-p'n'')+\frac{y}{a_2}(p'm''-m'p'')+\frac{z}{a_3}(m'n''-n'm'')=0;$$

c'est-à-dire, en vertu des relations (2),

$$\frac{x}{a_1}K_1+\frac{y}{a_2}K_2+\frac{z}{a_3}K_3=0.$$

Ce plan réticulaire existe donc; c'est celui dont les caractéristiques sont $(K_1K_2K_3)$.

On peut donc poser en règle générale :

Chaque rayon diffracté suit la loi de la réflexion sur un des systèmes de plans réticulaires du cristal. Il comporte une longueur d'onde fondamentale et toutes ses harmoniques (pour autant que ces longueurs d'onde existent dans le rayon incident). *Et la longueur d'onde fondamentale est le double de la projection de l'équidistance des plans du système sur le rayon incident.*

On voit que les phénomènes de réflexion observés par de Broglie ne diffèrent pas du phénomène de Laue. Au surplus, la forme extérieure du fragment de cristal n'intervient en rien dans l'orientation des rayons diffractés.

La règle énoncée ci-dessus permet de transformer très rapidement les photogrammes en une projection stéréographique des pôles des plans réflecteurs, c'est-à-dire des plans réticulaires du cristal mis en évidence par la diffraction.

Dans le cas (seul utile à considérer en pratique) où le rayon incident est normal à la plaque photographique, la construction est des plus simples. Il suffit, en se servant par exemple du diagramme stéréographique de Wulff, de reporter sur ce diagramme les azimuts des taches de diffraction, puis de mesurer les distances de ces taches au centre de la tache centrale. Le rapport de cette distance à l'écartement du cristal et de la plaque photographique donne la tangente de l'angle que fait le rayon diffracté avec le rayon incident. La moitié de cet angle représente l'angle du plan réflecteur

avec le rayon incident, c'est-à-dire l'angle du pôle de ce plan avec le plan de la projection stéréographique. Il est donc aisé de reporter ce pôle sur le diagramme.

PHYSIQUE. — *Sur le mouvement des centres lumineux dans les décharges électriques*. Note de M. A. PEROT, transmise par M. Villard.

Dans des Notes antérieures (¹), j'ai indiqué les résultats de la recherche des mouvements des centres lumineux dans les tubes à hydrogène excités par un courant continu; il était nécessaire, pour développer cette étude, de comparer les vitesses des centres dans des gaz différents. L'expérience a été réalisée avec l'hélium et l'hydrogène d'une part, le sodium et le lithium de l'autre.

Dans un même tube, contenant un mélange d'hélium et d'hydrogène, j'ai déterminé les vitesses de la raie D_3(5876 Å) de l'hélium, et de la raie C(6563 Å) de l'hydrogène; les vitesses mesurées ont été relativement faibles, 500^m par seconde au maximum, et j'ai vérifié que dans les mêmes conditions de pression et de courant la vitesse de l'hydrogène était la même, que de l'hélium fût en présence ou non. D'autre part j'ai, dans des expériences séparées, déterminé pour des conditions de pression et de courant identiques les vitesses de l'hélium et de l'hydrogène; la moyenne des résultats obtenus pour le rapport $\frac{v_C}{v_D}$ est 2,3.

Il faut remarquer que dans les conditions où je m'étais placé, c'est-à-dire assez loin du maximum de la courbe indiquée antérieurement (²), l'influence de la longueur d'onde est très faible, la vitesse mesurée étant très voisine de celle du centre immédiatement après le choc; le rapport des vitesses ne doit pas s'écarter beaucoup du rapport des masses des centres et lui être supérieur, la longueur d'onde de D_3 étant plus petite que celle de C. Expérimentalement, ce rapport 2,3 est très voisin du rapport 2 des poids moléculaires de l'hydrogène et de l'hélium qui sont, l'un diatomique, l'autre monoatomique.

La comparaison du sodium et du lithium n'a pu être faite dans un tube; j'ai dû utiliser la décharge de la machine à courant continu dans l'air atmosphérique sous forme d'une flamme d'environ 15^{mm} de longueur.

(¹) *Comptes rendus*, t. 156, 13 janvier 1913, p. 132 et 27 janvier 1913, p. 310.

(²) *Comptes rendus*, t. 151, 18 juillet 1910.

Les électrodes, en fer, étaient recouvertes de fils d'amiante imprégnés de solution de chlorures de sodium et de lithium. Dans ces conditions, on obtient des anneaux encore très beaux avec une différence de marche de 20^{mm}. Au lieu de renverser le courant comme dans les expériences précédentes, j'ai disposé un système de miroirs permettant d'envoyer sur l'étalon la lumière émise par la partie supérieure de la flamme, dans le sens du courant et en sens inverse.

L'expérience montre que les centres lumineux se meuvent comme dans les tubes à gaz, de la cathode vers l'anode; le courant serait comme dans les tubes propagé par des électrons négatifs; les vitesses se sont élevées à 400^{m} pour le lithium (raie rouge 6708 Å), dans la flamme produite par le courant de 66 milliampères, et le rapport de la vitesse donnée par la raie rouge du lithium à celle que donne la raie D_1 du sodium a été trouvé égal à 3,1, c'est-à-dire très voisin du rapport des poids moléculaires qui est 3,3.

Les mesures dans la flamme de la machine sont d'ailleurs plus délicates qu'avec les gaz renfermés dans des tubes, à cause de la mobilité de la flamme qu'on est obligé de protéger avec des écrans. Il peut d'ailleurs paraître surprenant de rencontrer, dans ce mode de décharge, des vitesses de l'ordre de celles qu'on trouve dans les tubes, à pression réduite; mais il faut remarquer que la densité du milieu où se propage le courant peut être très petite, quoique la pression soit élevée, étant donnée la température très haute de la flamme.

Du fait que, dans le cas où l'influence de la longueur d'onde est faible, les vitesses trouvées sont à peu près proportionnelles aux poids atomiques, on peut, semble-t-il, déduire que les vitesses communiquées aux centres lumineux sont, au début de leur mouvement, proportionnelles aux poids moléculaires des corps auxquels ils appartiennent et que la luminosité, réellement due aux centres matériels, prend naissance lors des rencontres des molécules et des électrons en mouvement; ces chocs dissociant probablement la molécule, en tous cas conférant aux centres la faculté de vibrer et, dans le cas actuel, d'émettre de la lumière.

Les tubes contenant une vapeur à poids moléculaire élevé, illuminée par une décharge, donnent des vitesses à peine mesurables; ainsi dans un tube à vapeur de cadmium du modèle de ceux de M. Michelson, pour un courant de 20 milliampères, la vitesse est certainement inférieure à 7^{m} à la seconde, c'est-à-dire que les variations de la longueur d'onde dues au phénomène étudié doivent être inférieures à une unité du dernier ordre décimal du nombre 6438,4696, longueur d'onde de la raie rouge du cadmium.

Cette conclusion est intéressante au point de vue métrologique : dans les mesures du mètre aucune variation avec l'intensité du courant n'est à craindre sur la longueur d'onde, si comme nous l'avons fait, MM. Benoît, Fabry et moi-même, le tube est alimenté par du courant alternatif; la courbe du courant étant symétrique, il ne peut se produire que des variations de finesse des anneaux; si l'alimentation est faite avec une bobine, par le fait de la dissymétrie de la décharge, on pourra avoir des longueurs d'onde très légèrement variables avec la valeur du courant et surtout avec le sens de celui-ci; mais ces écarts seront en général bien inférieurs aux erreurs expérimentales.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Défloculation de l'amidon et dissolution du glucose.* Note de M. G. **Malfitano** et Mlle A. **Moschkoff**, présentée par M. Roux.

Les formes pseudo-cristallines de l'amidon (¹) nous intéressent au premier chef, parce qu'elles montrent en toute évidence que le mode de désagrégation de ce colloïde typique, la *défloculation*, diffère essentiellement de celui de *dissolution* qui caractérise les cristalloïdes.

Nous pouvons, en effet, choisir deux préparations, une de ces pseudo-cristaux et une de glucose cristallisé, qui sont, toutes les deux, constituées de particules également consistantes et transparentes, entourées de liquide limpide. Nous assisterons à la désagrégation de ces particules qui est visiblement différente. A la fin, les préparations nous paraîtront également homogènes. Ces systèmes, étant comparables au point de départ, se modifient différemment pour devenir de nouveau pareils. La différence du mode de changement, constatée dans ces conditions, a la valeur de distinction essentielle.

Chauffons légèrement au-dessus d'une flamme les deux préparations que nous venons d'examiner à l'ultramicroscope. Quand aucun changement n'est apparu à l'œil nu dans celle du glucose, déjà on ne voit plus les filaments soyeux et les globules brillants de l'amidon, sinon comme des taches bleuâtres. En regardant alors à l'ultramicroscope, nous verrons que seules les lignes lumineuses qui dessinent le contour des cristaux sont détériorées, les surfaces qu'elles délimitent restent sombres, si elles ne sont pas miroitantes. Ceci prouve que le glucose, attaqué par le liquide, reste homogène. Le changement est plus frappant pour les pseudo-cristaux ; ceux-ci étaient, avant le chauffage,

---

(¹) *Comptes rendus*, t. 156, p. 1412.

comme des baguettes ou des billes transparentes et lisses. Ce sont maintenant les mêmes objets dont la surface aurait été dépolie. En réalité on voit à présent la matière qui les constitue devenue granuleuse, tandis que le trait lumineux qui en dessinait le profil s'est effacé.

Chauffons davantage nos préparations. Nous verrons les cristaux en débris, entraînés par les remous du liquide, parfois s'entasser, mais ils n'ont aucune tendance à s'agglomérer; nous pourrons fixer chaque fragment et le voir disparaître simplement, parce que son contour se rétrécit jusqu'à s'annuler. Ceci est à noter : L'éclat lumineux de ce contour ne se ternit jamais, l'image réduite à un point lumineux dans un champ sombre s'éteint tout à coup. Il en est bien autrement de l'amidon. Les globules et les filaments ont augmenté notablement de volume, leur structure granuleuse est plus apparente. Ce sont désormais des assemblages de points lumineux, ou plutôt de petites taches toutes pareilles de lumière diffuse. Entraînées par le mouvement du liquide, ces assemblages se déforment, se brisent et surtout s'agglomèrent en amas. Ceci est remarquable : ce n'est que par des impulsions venant de l'extérieur que les amas s'égrènent en points isolés, dont l'existence est d'ailleurs éphémère. En opérant avec soin, ces amas ne se disloquent pas, ils paraissent comme des taches dont la surface, d'abord régulièrement et finement accidentée, devient ensuite de plus en plus unie. Le contour de ces taches, avant visible, se confond maintenant dans le champ faiblement lumineux. Ce n'est pas cependant la luminosité du milieu qui couvre celle des amas. Car, lorsque nous avons mis peu de pseudo-cristaux dans la préparation, le brouillard est très faible, et vraiment nous voyons que les amas disparaissent par extinction graduelle de la lumière qu'ils diffractent d'une manière toujours plus uniforme et de moins en moins intense.

Enfin, chauffée encore plus, la préparation d'amidon devient aussi sombre que celle de glucose complètement liquide.

La différence entre les deux sortes de modifications est évidente. Le cristal ne fait que diminuer de volume, et l'on n'aperçoit rien des fragments qui doivent pourtant s'en détacher, seulement à la surface. C'est la *dissolution*. Le pseudo-cristal, au contraire, se désagrège entièrement et à la fois en granules perceptibles et uniformes, qui restent cohérents. Lorsque ces granules ou *micelles* sont très serrées comme dans le pseudo-cristal avant le chauffage, la matière est compacte, transparente et très réfringente. Ces micelles s'étant écartées, la matière est devenue friable et opaque, son éclat lumineux s'est terni. Ensuite nous ne voyons plus individuellement les micelles, la lumière est diffusée d'une manière plus uniforme et moins intensément. C'est que les micelles ont dû subir le même sort que le pseudo-cristal tout entier. Elles aussi se sont désagrégées en granules, en micelles de deuxième grandeur. La matière ainsi raréfiée nous envoie moins de lumière par unité de surface. Le contour des images est effacé, parce que l'indice de réfraction de cette matière est voisin de celui du milieu. Enfin

le brouillard s'est dissipé. Il faut alors que les micelles de deuxième grandeur à leur tour se soient désagrégées. Mais alors les phénomènes ne sont plus saisissables à l'ultramicroscope, nous pourrons les suivre encore à l'ultrafiltration. Voilà en quoi consiste le processus de *défloculation*. Nous allons montrer la généralité de ces faits, et nous en justifierons mieux l'interprétation.

Le glucose en toutes ses formes se dissout comme les cristaux. Fondu ou massé il n'est attaqué que par la surface ; ce dernier cependant est un aggloméral de particules. Écrasons du glucose entre lame et lamelle d'une préparation microscopique, et tâchons que l'eau pénètre dans l'amas de débris, nous verrons aussitôt des espaces vides s'élargir entre ces débris. Rien de pareil ne se voit dans les particules d'amidon. Cherchons dans un vieil empois des flocons qui aient une forme irrégulière, l'on y voit des espaces entre les granules; en chauffant, les vides se comblent, et l'aspect du flocon devient de plus en plus homogène. Expérimentons avec des grains naturels; ils sont transparents et, attaqués par l'eau chaude, ils deviennent opaques, ils se gonflent démesurément, se crèvent, et il ne reste de visible que les enveloppes. Fixons celles-ci, en poussant le chauffage. Elles sont granuleuses puis elles deviennent homogènes et s'illuminent de moins en moins. Lorsqu'elles sont disparues, elles ne sont pas détruites, car, si nous abandonnons la préparation au froid, elles réapparaissent.

Voici deux faits qui confirment nos observations : Dans des empois tout à fait limpides se trouvent des particules si volumineuses, qu'elles sont retenues par les filtres en papier, cependant elles ne sont pas visibles à l'ultramicroscope, tant leur texture est fine. Si chaque micelle pouvait se dissoudre comme un cristal, cela ne serait pas possible. Voilà pourquoi on ne voit pas les micelles isolément. Nous allons cependant les rendre perceptibles. Chauffons les grains ou les pseudo-cristaux dans l'eau alcoolisée à 25°-50°. L'amidon se désagrège alors sans se gonfler, et l'on obtient des liquides dont le trouble est persistant. A l'ultramicroscope, c'est l'aspect des colloïdes d'argent, on y voit des points scintillants et vacillants. Ce sont les micelles isolées, et il nous semble bien d'en avoir aperçu de deux tailles distinctes.

Pour préciser les distinctions, nous représenterons le cristal par la formule $n\mathrm{M}$ et la dissolution par la soustraction $n\mathrm{M} - \mathrm{M} - \mathrm{M} \ldots\ldots$ Tandis que la micelle doit être représentée par $n'''\{n''[n'(n\mathrm{M})]\}$ et la défloculation sera une division telle qu'on l'obtient en ouvrant successivement les parenthèses.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le 1-benzoyl-2-phényl-Δ_1-cyclopentène.* Note de M. **Édouard Bauer**, présentée par M. A. Haller.

Le 1-benzoyl-2-phényl-Δ_1-cyclopentène (formule I), qu'on peut facilement obtenir par cyclisation du 1.4-dibenzoylbutane au moyen de l'alcoolate [1] ou de l'amidure de sodium [2], présente quelque analogie de constitution avec la benzophénone; nous trouvons en effet dans ces deux molécules le même groupement $-C=\underset{|}{C}-CO-C^6H^5$.

Il nous a paru intéressant de voir si ce phénylbenzoylcyclopentène se comportait vis-à-vis de l'amidure de sodium comme la benzophénone qui, ainsi que nous l'avons montré [3], se dédouble sous l'influence de cet agent en benzamide et benzène.

En faisant bouillir une solution benzénique de 1-benzoyl-2-phényl-Δ_1-cyclopentène avec $1^{mol},5$ d'amidure de sodium finement pulvérisé, on ne remarque pas de dégagement d'ammoniac. Le liquide, qui prend rapidement une coloration rouge, laisse déposer, au bout d'une heure d'ébullition, un précipité rouge brique. En décomposant alors lentement le produit de la réaction par de l'eau, il se décolore, et le précipité entre en solution.

Dans les eaux alcalines on trouve de petites quantités d'acide benzoïque. D'autre part, la solution benzénique laisse déposer des petites aiguilles présentant un point de fusion peu net vers 105°-115°. En éliminant la majeure partie du benzène au bain-marie et en additionnant le résidu d'éther de pétrole, on obtient une nouvelle quantité de cristaux. Par une série de cristallisations dans l'éther bouillant on arrive à dédoubler le produit fondant primitivement à 105°-115°, en un composé fondant à 135°, peu soluble dans l'éther, et en benzamide fondant à 127°-128°.

La solution benzénique, séparée de ces deux produits cristallisés, a été ensuite distillée sous pression réduite. On obtient ainsi un liquide bouillant très régulièrement de 120°-121° sous 20^{mm} sans résidu appréciable, et qui, par refroidissement, s'est pris en une masse cristalline fondant à 23°.

Étude du produit fondant à 135°. — L'analyse assigne à ce produit la formule $C^{12}H^{13}ON$, correspondant à l'amide de l'acide 2-phényl-Δ_1-cyclo-

(1) Ed. Bauer, *Comptes rendus*, t. 155, 1912, p. 288.

(2) Ed. Bauer, *Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 1470.

(3) A. Haller et Ed. Bauer; *Comptes rendus*, t. 147, 1908, p. 824; *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XVI, p. 145.

pentène-1-carbonique. Cette amide cristallise au sein de l'éther en belles aiguilles fondant à 135°-136°, insolubles dans l'éther de pétrole, peu solubles à froid dans l'éther, le benzène et l'alcool, plus solubles à chaud dans ces solvants. Par cristallisation dans de l'eau légèrement ammoniacale à l'ébullition, on obtient, par refroidissement, des paillettes nacrées ressemblant à de l'amide benzoïque.

L'amide phénylcyclopentène carbonique réduit rapidement une solution alcaline de permanganate de potasse et décolore instantanément une solution chloroformique de brome. Chauffée à reflux avec une solution hydroalcoolique de potasse à 40 pour 100, elle ne se saponifie qu'au bout d'environ 30 heures.

Le liquide alcalin, sursaturé par de l'acide sulfurique étendu, fournit un acide, soluble dans une solution de bicarbonate de soude, dans l'alcool et l'éther. Sa solution éthérée, évaporée lentement, laisse déposer de gros prismes fondant à 125° à côté de tables parallélépipédiques fondant à 157°. Ces deux acides, qu'on peut facilement séparer à la pince, sont isomères, répondent à la formule $C^{12}H^{12}O^2$, décolorent le brome et réduisent à froid le permanganate de potasse.

L'acide fondant à 157°, traité avec précaution par du chlorure de thionyle, vers 50° fournit un chlorure dont la solution éthérée donne avec de l'ammoniac sec une amide fondant à 135°, que nous avons identifiée avec l'amide de l'acide 2-phényl-Δ_1-cyclopentène-1-carbonique.

Oxydé par $KMnO^4$ en milieu alcalin, l'acide fondant à 157° nous a donné de l'acide γ-benzoylbutyrique fondant à 125°, ce qui assigne à ce composé la constitution de l'acide 2-phényl-Δ_1-cyclopentène-1-carbonique (formule III) et au corps fondant à 135° celle de l'amide corrrespondante (formule II).

C^6H^5 — C ; CH^2 ⁄ C = C — COC^6H^5 ; CH^2 — CH^2

I.

C^6H^5 — C ; CH^2 ⁄ C = C — $CONH^2$; CH^2 — CH^2

II.

C^6H^5 — C ; CH^2 ⁄ C = C — COOH ; CH^2 — CH^2

III.

C^6H^5 — C ; CH^2 ⁄ C = CH ; CH^2 — CH^2

IV.

L'acide fondant à 124°-125, traité dans les mêmes conditions que son isomère par du chlorure de thionyle et de l'ammoniac, nous a conduit à une amide fondant à 178°-179°, isomère de l'amide fondant à 135°, très peu soluble dans l'éther et cristallisant par refroidissement de sa solution dans de l'eau ammoniacale en fines aiguilles microscopiques. Dans l'oxydation permanganique de l'acide fondant à 124°-125° nous n'avons réussi à caractériser que de l'acide benzoïque et n'avons pas trouvé trace d'acide γ-benzoylbutyrique.

Le peu de matière que nous possédions ne nous a pas permis de pousser plus loin l'étude de ces produits d'oxydation. L'acide fondant à 124°-125° et son amide fondant à 178°-179° ne diffèrent de l'acide 2-phényl-Δ_1-cyclopentène-1-carbonique que par la position de la double liaison dans le noyau qui y occupe peut-être la position Δ_5.

Étude du produit fondant à 23°. — L'analyse lui assigne la formule $C^{11}H^{12}$. C'est un produit très volatil, à odeur assez pénétrante et doué d'une facilité de cristallisation remarquable. Il décolore le brome et réduit à froid une solution aqueuse de permanganate de potasse en donnant de l'acide γ-benzoylbutyrique, ce qui permet d'attribuer à ce carbure la constitution du 1-phényl-Δ_1-cyclopentène (formule IV). Ces constantes physiques à 25° sont les suivantes :

$d_4^{25} = 0,98617$; $n_\alpha = 1,56723$; $n_D = 1,57340$; $n_\beta = 1,59017$; d'où l'on calcule les réfractions moléculaires : $M_\alpha = 47,71$; $M_D = 48,14$; $M_\beta = 49,29$; $M_\beta - M_\alpha = 1,58$. Théorie pour $C^{11}H^{12}F^4$: $M_\alpha = 46,39$; $M_D = 46,73$; $M_\beta = 47,49$; $M_\beta - M_\alpha = 1,10$. L'exaltation que nous montrent ces résultats provient de la position de la double liaison qui est en conjugaison avec le groupe phénylique.

Le 1-phényl-Δ_1-cyclopentène donne un picrate $C^{11}H^{12}.C^6H^3O^7N^3$ présentant sur le bain de mercure un point de fusion instantané de 64°,5. Il cristallise facilement dans les solvants hydratés, tels que l'éther humide ou l'alcool, mais se dissocie dans les solvants anhydres tels que l'éther de pétrole, l'éther anhydre ou le benzène. Traité par de l'alcool absolu et du sodium, le 1-phényl-Δ_1-cyclopentène se réduit quantitativement en phénylcyclopropane (éb. 214°-215°) déjà obtenu par MM. Borsche et Menz [1].

En résumé, nous avons montré que l'amidure de sodium réagissait sur le 1-benzoyl-2-phényl-Δ_1-cyclopentène de la même façon que sur le benzophénone en le scindant partiellement en amide 2-phényl-Δ_1-cyclopentène-1-carbonique et benzène et en 1-phényl-Δ_1-cyclopentène et amide benzoïque.

---

[1] *Ber. d. C. Ges.*, t. XLI, p. 190.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude de la carpiline ou pilosine.* Note de MM. E. **Léger** et **Ferdinand Roques**, présentée par M. E. Jungfleisch.

En chauffant la carpiline, pendant 10 heures, en tubes scellés, à 140° avec de l'eau, nous avons constaté la formation de deux bases nouvelles : l'une très soluble dans l'eau froide, l'autre insoluble ou peu soluble; cette dernière se dépose, en partie, au fond des tubes refroidis, en solution dans l'aldéhyde benzoïque qui se forme simultanément ([1]).

Nous décrirons ailleurs la méthode employée pour séparer ces divers composés.

La base soluble dans l'eau fut transformée en azotate.

La faible solubilité de ce sel dans l'alcool, sa grande solubilité dans l'eau, son point de fusion, son pouvoir rotatoire, son analyse permettent de l'identifier avec l'azotate de pilosinine de Pyman ([2]).

Analyse. — NO^3H dosé volumétriquement, en présence de phénolphtaléine. Trouvé : 25,61. Calculé pour $C^9H^{12}N^2O^2$, NO^3H : 25,92.

Fusion : 165°,5-166°,5. Pyman indique 165°-167° (corrigé).

Pouvoir rotatoire : $\alpha D = +4°,3$; $p = 8,465$. Pyman indique, pour la même concentration, $\alpha D = +4°,3$.

Rappelons que, dans notre première Note, nous avons signalé un chloroplatinate cristallisé en lamelles, obtenu avec la base soluble dans l'eau. Les analyses montrent que ce sel est le chloroplatinate de pilosinine.

Analyse. — Trouvé : Pt = 25,07; 25,30; Cl = 27,12.
Calculé pour $(C^9H^{12}N^2O^2)^2PtCl^6H^2$: Pt = 24,12; Cl = 27,67.

La base insoluble dans l'eau froide nous a fourni un azotate cristallisable, dans l'alcool méthylique en grandes tables très solubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool froid. Cet azotate a été identifié avec l'azotate d'anhydro-pilosine de Pyman.

Analyse. — NO^3H dosé volumétriquement, en présence de phénolphtaléine. Trouvé : 19,30. Calculé pour $C^{16}H^{16}N^2O^2$, NO^3H : 19,04.

Fusion : 151°,7-153°,7. Pyman indique 153°-154° (corrigé).

Pouvoir rotatoire : $\alpha D = -17°,99$; $p = 3,517$. Pyman a trouvé pour la même concentration $\alpha D = -18°,1$.

([1]) *Comptes rendus*, t. 155, p. 1088.
([2]) *Chem. Society,* t. CI, p. 2260.

Des eaux mères alcooliques de cet azotate, nous avons pu isoler une nouvelle quantité d'anhydro-pilosine sous forme d'oxalate acide fusible à 153°,4, alors que Pyman indique, pour ce sel, 153°-154° (corrigé).

Les eaux mères alcooliques de cet oxalate renferment les oxalates de bases amorphes dont il sera question plus loin.

Si, dans l'expérience qu'on vient de relater, on remplace l'eau par une solution de potasse caustique au tiers environ, on obtient encore de la pilosinine, mais nous n'avons pu déceler la présence de l'anhydro-pilosine. En outre, la production d'aldéhyde benzoïque est extrêmement faible; ce composé est remplacé par un mélange d'acide benzoïque et d'alcool benzylique, engendrés dans une réaction secondaire, par l'action de KOH sur la benzaldéhyde primitivement formée.

La pilosinine a été caractérisée par son azotate fusible à 166°,4-167°,4, renfermant 26,55 pour 100 de NO^3H. Calculé 25,92.

Il résulte de ce qui précède que la potasse ne joue aucun rôle dans la transformation de la carpiline en pilosinine.

Il y a lieu également de remarquer que l'anhydro-pilosine qui se forme en présence de l'eau seule ne semble pas prendre naissance si l'on opère en milieu alcalin.

Dans le but d'étudier l'influence du temps sur la marche de la réaction, nous avons répété l'expérience avec l'eau seule, mais en limitant sa durée à 4 heures.

Nous avons pu isoler deux bases : l'une soluble dans l'eau, l'autre insoluble ainsi que de l'aldéhyde benzoïque en quantité telle qu'on peut admettre que plus de la moitié de la carpiline s'était transformée en pilosinine.

Ce qui fait l'originalité de cette réaction, c'est qu'elle donne naissance à un mélange de bases insolubles dans l'eau froide susceptible d'enlever à sa solution aqueuse une quantité importante de pilosinine, comme le ferait un dissolvant.

Le mélange des bases insolubles, transformé en azotates, nous a donné, en effet, non pas de l'azotate d'anhydropilosine, comme nous étions en droit de l'espérer, mais bien de l'azotate de pilosinine fusible à 165°-167°, ayant un pouvoir rotatoire $\alpha D = +3°,9$.

L'azotate d'anhydro-pilosine, formé en même temps, se trouvant en trop faible quantité, resta dans l'eau-mère. L'anhydro-pilosine put, cependant, être retirée de cette eau-mère à l'état d'oxalate acide fusible à 153°,5-155°,5 (corrigé).

Enfin les eaux-mères alcooliques de l'oxalate acide d'anhydro-pilosine

renfermaient, à l'état d'oxalates, un mélange de bases amorphes qui furent réunies aux bases amorphes provenant de la première opération effectuée avec l'eau seule (voir plus haut).

Ces bases amorphes représentent des produits de transformation incomplète de la carpiline. En effet, chauffées de nouveau avec de l'eau, à 140°, pendant 18 heures, elles fournissent des quantités relativement importantes d'aldéhyde benzoïque, de pilosinine et d'anhydro-pilosine; ces trois composés étant, pour ainsi dire, les seuls qui se forment dans cette réaction.

Nous nous sommes demandé si l'anhydro-pilosine ne serait pas, elle aussi, un composé intermédiaire dont la production précéderait celle de la pilosinine.

Par fixation d'eau, l'anhydro-pilosine, qui renfermerait, selon Pyman, le groupe $C^6H^5 - CH =$, pourrait donner lieu à la production de pilosinine, avec départ de $C^6H^5 - COH$, selon l'équation

$$\underset{\text{Anhydro-pilosine}}{C^{16}H^{16}N^2O^2} + H^2O = \underset{\text{Pilosinine}}{C^9H^{12}N^2O^2} + C^7H^6O.$$

Or, qu'on chauffe, à 140°, l'anhydro-pilosine avec de l'eau seule ou additionnée de KOH, cette base reste inaltérée.

Le point de fusion de l'azotate de la base régénérée : 152°,5-153°,5, était celui de l'azotate d'anhydro-pilosine. Le pouvoir rotatoire de ce sel fut à peine modifié $\alpha D = 19°,2$ au lieu de $- 18°,1$.

M. Pyman suppose que la carpiline ou pilosine possède une constitution analogue à celle de la pilocarpine; que ce qui différencierait les deux alcaloïdes c'est que, dans la carpiline, le groupe $C^6H^5 - CHOH -$ remplacerait le groupe $C^2H^5 -$ de la pilocarpine. En conséquence, la carpiline ou pilosine renfermerait le groupe $C^6H^5 - CHOH - \underset{|}{CH} -$ qui, sous l'influence de la chaleur, se scinderait en $C^6H^5 - COH$ et $\overset{|}{CH^2}$. En même temps, par perte d'eau, le même groupe donnerait $C^6H^5 - CH = \underset{|}{C} -$ qui se retrouverait dans l'anhydro-pilosine.

Cependant, la facile déshydratation de la carpiline, dans notre réaction, sans l'intervention d'un déshydratant, permettrait plutôt de supposer l'existence, dans cet alcaloïde, d'un groupe COH. Sous ce rapport la carpiline se comporte, en effet, plutôt comme un alcool tertiaire que comme un alcool secondaire.

BOTANIQUE. — *Recherches sur la morphologie du bourgeon chez les Labiées à stolons souterrains.* Note de M. **M. Chaillot**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans une Note précédente (¹), j'ai exposé les premiers résultats de mes observations sur les Labiées à stolons souterrains. Poursuivant mes travaux sur ce groupe biologique, je me suis attaché à rechercher si les stolons provenaient du développement de bourgeons spéciaux et, généralisant la question, comment se comportaient les divers bourgeons de la plante lorsqu'ils évoluent dans le milieu où ils se développent habituellement ou lorsqu'on les transporte dans un milieu différent, aérien pour les bourgeons souterrains et vice versa.

J'ai pris comme sujets d'étude, soit des Labiées à stolons vivaces (*Teucrium Scorodonia* et *Teucrium Chamædrys*), soit des Labiées à stolons ne persistant qu'un an (*Lycopus europæus*, *Mentha rotundifolia*).

Le mode d'apparition des stolons est le même dans les quatre espèces précédentes. Le premier bourgeon qui se développe en stolon se trouve dans le sol, à la base de la tige aérienne, au nœud le plus rapproché de la surface. Les bourgeons des nœuds situés plus profondément donnent aussi quelquefois des stolons, mais toujours moins développés que le premier; tous sont ramifiés en général. A la fin de l'automne leur extrémité se redresse, de façon à amener le bourgeon terminal au niveau du sol. A partir du point où s'effectue cette courbure on observe un renflement nettement caractérisé, c'est l'ébauche de la tige aérienne qui se développera au printemps suivant. Cette différenciation est très accentuée dans le *Lycopus europæus* où le diamètre de la partie verticale est deux à trois fois plus grand que celui de la partie horizontale.

Si, sur un pied de *Teucrium Scorodonia* ou de *Teucrium Chamædrys*, nous détruisons les bourgeons situés sur la partie souterraine la plus jeune, nous provoquons le développement des bourgeons portés par les parties souterraines âgées, mais ces nouvelles formations ne présentent pas la même vigueur que les premières. Dans le cas où l'ablation de la partie jeune est faite à l'automne, les bourgeons axillaires s'accroissent en tiges souterraines horizontales plus ou moins longues; mais si l'ablation est faite au printemps

(¹) *Comptes rendus*, t. 155, p. 589.

les bourgeons se développent directement en tiges aériennes. *La différenciation de ces bourgeons dépend donc essentiellement de l'époque à laquelle ils se développent.*

Pour reconnaître quelle peut être sur leur évolution l'influence du milieu, j'ai déterré et exposé à la lumière de jeunes stolons soit pendant leur croissance en longueur, soit à la fin de l'automne; dans ces conditions, l'extrémité des stolons se flétrit et les bourgeons de la partie qui reste vivante, près de la tige aérienne, se développent toujours en tiges dressées.

Si l'on considère, d'autre part, que les bourgeons de la partie aérienne évoluent toujours en tiges feuillées, on voit que *la différenciation de tout bourgeon maintenu à la lumière est toujours la même et indépendante de l'époque à laquelle il se développe.*

Si l'on examine la tige aérienne on constate que, parmi ses bourgeons axillaires, quelques-uns se développent en rameaux florifères ou en rameaux stériles, d'autres restent à l'état dormant. Il est possible de faire développer ces derniers dans le sol en enterrant une tige aérienne débarrassée au préalable des bourgeons qui devaient évoluer en stolons. On constate alors que les bourgeons primitivement aériens se développent en stolons souterrains, moins longs, en général, que ceux qu'on trouve à la base d'une tige ordinaire, mais se comportant de la même façon; le bourgeon qui se développe le premier est le plus rapproché de la base primitive de la tige, ceux qui se trouvent au-dessus se développeront ensuite, mais de moins en moins; quelques-uns même près de la surface du sol peuvent donner directement une tige feuillée. L'ordre d'apparition de ces stolons est donc inverse de celui qu'on trouve lorsque la plante croît dans des conditions normales. *La différenciation des bourgeons de la tige aérienne peut donc être modifiée quand on change le milieu dans lequel ils se développent.*

Dans les deux autres types, nous n'avons à nous occuper seulement de la partie souterraine jeune, la partie âgée ne persistant pas.

Si l'on répète sur le *Lycopus europæus* les expériences déjà faites, on constate que l'ablation des bourgeons terminaux souterrains provoque le développement de quelques bourgeons axillaires les plus rapprochés de l'extrémité du stolon. Ces bourgeons produisent des axes souterrains très courts à bourgeon terminal renflé, la partie mince peut même ne pas exister et la différenciation en tige aérienne apparaît immédiatement. L'ablation du bourgeon terminal ne peut se faire qu'à l'automne, car, au printemps suivant, le stolon est presque complètement desséché et les bourgeons axillaires ne peuvent plus se développer.

Les stolons exposés à la lumière se flétrissent rapidement et l'expérience ne donne aucun résultat.

Les bourgeons de la partie aérienne, comme ceux des *Teucrium*, ont la propriété de se développer en stolons souterrains courts lorsque la tige est enfoncée dans le sol.

Dans le *Mentha rotundifolia* l'ablation du bourgeon terminal de chacun des stolons amène rapidement le développement des bourgeons axillaires en stolons souterrains; mais si l'on enterre la tige aérienne après l'avoir débarrassée des pousses souterraines, elle se flétrit rapidement, ses bourgeons latéraux s'allongent de quelques centimètres seulement, puis disparaissent bientôt et la plante meurt. Les tiges souterraines mises hors de terre se flétrissent aussi complètement et l'expérience ne donne aucun résultat.

En résumé, on peut dégager de ces recherches les conclusions suivantes : 1° les bourgeons qui donnent naissance aux stolons présentent, chez les espèces étudiées, la même disposition morphologique sur la partie souterraine de la tige, mais on ne peut pas les considérer comme possédant une différenciation spéciale, puisque les bourgeons de la partie aérienne placés dans les mêmes conditions peuvent offrir un développement semblable; 2° l'évolution des bourgeons de la partie souterraine dépend essentiellement de l'époque à laquelle ils se développent; ils produisent au printemps des tiges aériennes, à l'automne des stolons; 3° tout bourgeon exposé à la lumière, quelle que soit sa position sur la plante et l'époque de son développement, s'accroît en tige dressée feuillée; 4° exposés à la lumière, les bourgeons souterrains ne s'accroissent en tiges feuillées que si la partie qui les porte est assez lignifiée pour résister à l'influence du nouveau milieu.

BOTANIQUE. — *Les phénomènes cytologiques de la sporogenèse chez le* Barbula muralis. Note de M. **E. Boucherie**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les phénomènes cytologiques de la sporogenèse chez les Mousses n'ont, jusqu'ici, fait l'objet que de très rares observations, sans doute en raison des difficultés de leur étude. Les noyaux sont, en effet, excessivement petits et leur fixation assez délicate; aussi, sauf le Mémoire de Wilson, qui présente bien des lacunes, il n'existe aucun travail sur ce sujet. J'ai entre-

pris des recherches sur diverses espèces et j'exposerai ici mes premiers résultats obtenus sur le *Barbula muralis*.

Les cellules mères des spores se distinguent de leurs voisines par leur disposition plus régulière et par leur petitesse ; elles mesurent 12^{μ} au maximum dans le sens de la plus grande longueur. Le noyau, relativement volumineux par rapport à la cellule, atteint au plus 6^{μ} à 7^{μ} de diamètre.

Pendant les premiers stades, qui sont très lents, la division marche presque simultanément dans toutes les cellules : sur les coupes transversales, on ne trouve que des cellules au même état; sur les coupes longitudinales, on remarque cependant que les stades sont un peu plus avancés lorsqu'on remonte vers la coiffe.

Au stade *prosynapsis*, le noyau possède un nucléole arrondi très apparent, un peu excentrique, ne montrant aucune connexion avec la substance chromatique; celle-ci est refoulée à la périphérie, formant un anneau de coloration plus foncée et d'apparence finement granuleuse.

D'après Wilson, chez le *Mnium hornum*, le nucléole forme, à ce stade, par bourgeonnement, un petit corps qui, plus tard, passerait dans le cytoplasme. Je n'ai observé aucun phénomène de ce genre chez le *Barbula muralis*, mais très souvent, dans cette espèce, le nucléole prend un contour irrégulier, mamelonné, devient vacuolaire et se fragmente en deux ou trois nucléoles plus petits qui se disséminent dans le noyau.

En même temps, la substance chromatique devient plus apparente, prend un aspect filamenteux en formant un réseau périphérique à cordons très fins et très irrégulièrement ramifiés, mais où l'on ne distingue *aucun appariement*.

Puis ce réseau, peu à peu, abandonne la périphérie et se resserre vers le centre englobant le ou les nucléoles dans ses mailles. Le peloton continue sa contraction, les mailles se rétrécissent de manière à former une masse de plus en plus compacte où les nucléoles sont difficiles à distinguer, et l'on arrive au stade *synapsis*.

La masse synaptique, irrégulièrement ovale et hérissée sur ses bords, est située transversalement au milieu du noyau et entourée de chaque côté par un espace clair qui la sépare du cytoplasme. Ce dernier, à cette période, est concentré en deux parties opposées de la cellule sous forme de deux calottes hémisphériques reliées latéralement par des portions amincies. Cette disposition, qui existe aussi bien sur les coupes longitudinales que sur les coupes transversales, peut être considérée comme caractéristique de ce stade. Le grumeau synaptique, très coloré, est compact et d'apparence homogène; cependant on voit quelquefois sur les bords un ou deux filaments émergents dans lesquels on ne peut observer *aucune dualité*.

A la fin du synapsis, le peloton s'arrondit et se rapproche d'un des côtés de la membrane nucléaire; en même temps il se desserre, devient moins compact et prend une apparence granuleuse; bientôt quelques filaments commencent à émerger et suivent le contour de la membrane ou plus rarement traversent l'intérieur de la cavité. Sur leur trajet on distingue des amas de chromatine : c'est le début du *spirème*.

A partir de ce stade on ne trouve plus de nucléoles. Le spirème continue à envahir la cavité nucléaire en même temps que les amas de chromatine tendent à disparaître. Finalement le cordon spirématique est constitué par des filaments *simples* qui semblent former de tronçons sinueux d'égale épaisseur, reliés les uns aux autres par de fins tractus. Ces tronçons représentent des chromosomes doubles; ils s'individualisent peu à peu par étirement et bientôt rupture de la partie intermédiaire, puis chacun d'eux subit une scission longitudinale. Ce dédoublement apparaît soit à l'une des extrémités qui prend la forme d'un Y, soit au milieu où l'on distingue un espace clair par écartement des deux parties.

Après le dédoublement, il se produit un raccourcissement par tassement de la chromatine et l'on arrive au stade de la *diakinèse* qui est très rapide : les chromosomes, répartis tout autour du noyau, près de la membrane, présentent souvent la forme d'O, d'U ou de V à branches très courtes. La rapidité de ce stade fait comprendre pourquoi il n'a pas été observé, jusqu'à présent, chez les mousses.

En résumé, les caractères principaux de la formation des chromosomes hétérotypiques chez le *Barbula muralis* sont les suivants :

1° Non appariement des filaments au prosynapsis et fragmentation du nucléole ;

2° Disparition du nucléole à la fin du synapsis;

3° Division transversale du spirème précédant la division longitudinale ;

4° Formation des chromosomes suivant le mode parasyndétique de Grégoire (dédoublement longitudinal) et non suivant le mode métasyndétique (formation par boucles).

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Le* Lepidium sativum *rendu semi-parasite expérimentalement.* Note de M. **Molliard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Le nombre des plantes supérieures qui se comportent en parasites est assez restreint et ce fait peut, *a priori*, s'expliquer de deux manières : ou bien on est en présence des plantes qui, seules, sont capables de digérer les tissus d'autres espèces; ou bien le parasitisme n'a pu être établi qu'exceptionnellement, par suite de la réalisation d'un ensemble de conditions permettant la pénétration de la racine dans le corps des plantes hospitalières. Or on sait aujourd'hui que les racines de toutes les plantes vasculaires sont capables de secréter diverses diastases, les mettant à même de digérer les substances organiques correspondantes; on est donc en droit de se

demander si la rareté des plantes supérieures parasites ne relève pas plutôt de la seconde explication que de la première.

Pour m'en rendre compte, j'ai tenté le développement d'une Phanérogame non parasite (le Cresson alénois, *Lepidium sativum*) sur une autre (le Haricot, *Phaseolus vulgaris*) en réalisant artificiellement la pénétration de la radicule de la première dans le corps de la seconde. Des graines de Cresson alénois ont été mises à germer sur du papier-filtre humide et, lorsque la radicule avait atteint une longueur de 3^{mm}-4^{mm}, je l'introduisais dans un petit trou, pratiqué à l'aide d'une aiguille dans l'axe hypocotylé d'un Haricot dont les cotylédons étaient étalés; le tout était placé sous une cloche de manière à maintenir la saturation de l'atmosphère en vapeur d'eau; le Cresson alénois se développait alors d'une manière très normale et l'association établie a pu se maintenir pendant 40 jours; d'ailleurs, si j'ai arrêté au bout de ce temps les premières expériences dont je relate ici les résultats, c'est que les Haricots commençaient à souffrir; leurs feuilles jaunissaient dans les conditions où elles se développaient, alors que le Cresson alénois subsistait avec des feuilles bien vertes; ce dernier présentait alors, en outre de ses cotylédons flétris, six feuilles définitives complètement étalées.

Il y a lieu tout d'abord de remarquer que je n'ai pu réussir à obtenir le développement du Cresson alénois sur le Haricot lorsque celui-ci restait à l'air libre; la plantule se desséchait rapidement et le fait que l'association dont il est question ne s'établissait qu'en atmosphère humide pouvait donner à penser que le *Lepidium* végétait sur le Haricot comme il l'aurait fait sur un support inerte quelconque; mais l'examen de l'appareil radiculaire nous montre qu'il y a quelque chose de plus; la racine principale du Cresson se développe rapidement dans la cavité qui lui a été ménagée et garde ses caractères normaux tant que son cheminement a lieu dans les tissus blessés par l'aiguille; arrivée au fond de la piqûre, elle continue son chemin dans le parenchyme de l'axe hypocotylé en digérant devant elle les tissus qui s'opposent à son passage. Il se constitue, d'autre part, des radicelles; mais celles-ci, au lieu de devenir grêles et longues, comme il arrive dans les conditions ordinaires, restent courtes et se renflent, et il est aisé d'observer au microscope la digestion des cellules du Haricot par ces radicelles qui, physiologiquement et morphologiquement, se comportent comme de véritables suçoirs.

Que les substances résultant de la digestion des cellules de l'hôte soient absorbées par les radicelles du Cresson alénois, tout ce que nous savons sur

l'absorption des matières organiques par les racines des végétaux supérieurs nous porte à l'admettre et nous sommes ainsi amenés à regarder les plantules du *Lepidium* comme présentant, dans nos expériences, une vie mixte analogue à celle du Gui, mais qui ne peut être réalisée, dans ce cas particulier, qu'en présence d'une atmosphère humide, le Cresson ne pouvant puiser dans le Haricot une quantité d'eau correspondant à ses besoins.

La digestion de tissus vivants par les racines du Cresson alénois n'est d'ailleurs pas nécessaire au développement de cette plante dans les conditions très spéciales où nous l'avons placée; c'est ainsi que, si nous implantons de jeunes plantules dans l'axe épicotylé du Haricot, on observe une association semblable à celle que nous avons obtenue avec l'axe hypocotylé, mais cette fois les racines du *Lepidium* gagnent rapidement la cavité centrale formée dans l'axe épicotylé, par suite de la résorption précoce de la moelle, résorption qui n'a pas lieu pour l'axe hypocotylé; la radicule garde alors des caractères absolument normaux et développe des radicelles allongées et de très faible diamètre; tout se passe dans ce second cas comme si le *Lepidium* avait été mis à se développer sur de l'ouate humide.

Ces premières expériences nous montrent donc que les racines de n'importe quel végétal vasculaire sont capables de digérer les tissus d'une autre plante, c'est-à-dire de se comporter en parasites, pourvu que la mise en présence soit réalisée.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la pénétration des différentes formes d'azote dans les plantes; phénomènes d'adsorption.* Note de M. **D. Chouchak**, présentée par M. Schlœsing fils.

Nous avons montré, M. Pouget et moi ([1]), que l'absorption des substances nutritives par les végétaux était sous la dépendance immédiate de la solution où plongent leurs racines.

Leur absorption est, dans certaines limites, exactement proportionnelle à la concentration de la solution. Dès que les substances commencent à s'accumuler dans la plante, la proportionnalité est rompue. Ces faits étaient attribués à la pression osmotique qui force ces substances à diffuser dans les racines.

D'autre part, on sait que, dans les phénomènes de diffusion, la nature de la paroi,

---

([1]) *Comptes rendus*, t. 154, p. 1709; t. 155, p. 303.

ainsi que son affinité pour la substance qui diffuse à travers elle, jouent un grand rôle.

En me basant sur ces considérations, j'ai appliqué les méthodes que nous avions utilisées, dans ces expériences, à l'étude de l'influence de la composition du milieu nutritif sur l'absorption des différentes formes d'azote. J'ai été amené ainsi à faire les constatations suivantes :

De jeunes plants de blé, dont les racines étaient restées pendant longtemps en contact avec une solution de sulfate de magnésie suffisamment concentrée pour en amener la mort, avaient cependant conservé la propriété de fixer une certaine quantité d'ammoniaque lorsqu'on les portait dans une solution d'un de ces sels.

Cette fixation semblait donc indépendante du phénomène vital et propre aux matières constituantes des racines elles-mêmes.

Les expériences suivantes montrent qu'il en est bien ainsi :

Les racines de 125 jeunes plants de blé, âgés de 3 à 4 semaines, sont séparées des tiges et, après un lavage soigneusement fait à l'eau distillée, plongées dans 100^{cm^3} des solutions, de concentration connue, des substances suivantes : chlorhydrate d'ammoniaque, azotate de soude, glycocolle, tyrosine, chlorhydrate d'hydroxylamine.

Les mêmes expériences ont été effectuées avec des racines dont toute activité vitale a été anéantie par un séjour de 30 minutes dans l'eau en ébullition.

Le contact des racines avec la solution de diverses substances azotées ne durait que 10 minutes : on a constaté que l'équilibre était atteint presque instantanément.

Les résultats sont représentés dans ce Tableau :

Substance.	NH^4Cl.		$NaNO^3$.		Glycocolle.		Tyrosine.	Chlorhyd. d'hydroxylamine.
Milligrammes de N donnés.	0,5.	1,0.	0,5.	1,0.	0,5.	1,0.	0,5.	0,5.
Mg de N absorbé par les racines vivantes..	0,091	0,182	0,053	0,105	0,042	0,075	»	»
Mg de N absorbé par les racines mortes...	0,10	0,20	0,055	0,108	0,075	0,153	0,146	0,043
Concentration de N absorbé par kilogr. de racines mortes.....	11,7	23,4	6,45	12,7	8,8	18,0	17,2	5,1
Concentr. par litre dans le liquide restant à la fin de l'expérience avec les racines mortes.......	4,38	8,76	4,8	9,7	4,6	9,2	3,9	5,0
Coefficient de partage $\frac{\text{Concent. dans racines}}{\text{Concent. dans l'eau}}$.	2,68	2,68	1,34	1,32	1,92	1,95	4,35	1,02

On voit d'abord que les quantités d'azote fixées dépendent de la nature

de la substance; ces quantités sont variables, la concentration moléculaire des différentes substances étant la même. De plus, avec le chlorhydrate d'ammoniaque, les racines mortes ou vivantes fixent les mêmes quantités d'azote; il en est de même avec l'azotate de soude; il n'en est plus ainsi avec le glycocolle.

Enfin, les concentrations dans les racines mortes d'azote absorbé (milligrammes de N par kilogramme de racines) sont beaucoup plus grandes que celles du milieu extérieur à la fin d'expérience; les coefficients de partage des substances azotées entre les racines et le milieu extérieur sont plus grands que l'unité.

On se trouve donc en face d'un phénomène d'adsorption, les matières dissoutes étant fixées directement par les substances qui sont contenues dans les racines.

Les racines, par un séjour prolongé dans l'eau distillée fréquemment renouvelée, perdent peu à peu les substances qu'elles avaient adsorbées. Leur pouvoir adsorbant, vis-à-vis de l'azote nitrique ou ammoniacal, n'est pas sensiblement diminué par ce traitement, même souvent répété. Pour le glycocolle et la tyrosine, il est, au contraire, considérablement diminué : il n'est plus que le tiers de ce qu'il était au début, après un séjour de 3 jours dans l'eau distillée. L'eau a sans doute dissous peu à peu les substances adsorbantes.

On a des résultats semblables en traitant les racines par l'alcool bouillant : l'absorption de l'azote nitrique n'est pas modifiée, tandis que celle de l'azote ammoniacal est fortement diminuée.

Mais on peut rétablir le pouvoir adsorbant des racines ainsi traitées en les faisant macérer dans un extrait alcoolique de racines fraîches (cet extrait précipite par l'eau): ainsi, un lot de racines, plongé dans une solution de chlorhydrate d'ammoniaque contenant 10^{mg} par litre, absorbait $0^{mg},165$ d'azote, et seulement $0^{mg},085$ après un traitement par l'alcool bouillant; après une première macération dans l'extrait alcoolique, l'azote adsorbé s'élevait à $0^{mg},136$ et à $0^{mg},170$ après une seconde macération.

Ici, c'est certainement l'alcool qui enlève les substances adsorbantes.

L'adsorption varie aussi avec la concentration de la solution en contact avec les racines, comme le montrent les résultats suivants :

Concentration initiale en milligrammes par litre.	5.	25.	50.	100.	200.	250.
Azote adsorbé en milligrammes....	0,074	0,36	0,74	1,48	2,5	2,75

L'adsorption est d'abord proportionnelle à la concentration, à partir d'une certaine limite elle croît moins vite qu'elle. La courbe qui représenterait ces résultats, est analogue à celle qui relie l'absorption des substances nutritives par les plantes vivantes à la concentration des solutions où baignent leurs racines (*loc. cit.*).

En résumé, les racines des végétaux ont la propriété d'adsorber, de fixer les diverses formes d'azote minéral et organique. Cette propriété est due à la présence de certaines substances que l'eau bouillante n'enlève pas.

Ce pouvoir adsorbant pour différentes substances, de même concentration moléculaire, varie selon la nature de ces substances.

Pour la même forme d'azote, toutes autres conditions égales, la quantité d'azote adsorbé est en rapport étroit avec la concentration de la substance dans le milieu ambiant.

Cette faculté d'adsorption ([1]), ainsi que les phénomènes d'osmose, doivent jouer un grand rôle dans l'absorption des matières nutritives par les plantes.

MYCOLOGIE. — *Sur un* Septobasidium *conidifère.* Note de M. N. **Patouillard**, présentée par M. L. Mangin.

Nous avons décrit ([2]), sous le nom de *Septobasidium albidum*, un champignon de l'Équateur croissant sur les rameaux vivants d'un certain nombre de phanérogames, tels que *Prunus salicifolia*, *Piper Kunthii*, *Salvia tortuosa*, *Melastoma*, etc. Plus récemment, il a été retrouvé au Brésil (Rick, Puttemans) et au Tonkin (Duport), aux environs d'Hanoï, envahissant les rameaux et les feuilles des *Citrus* cultivés.

Comme toutes les espèces du genre, il n'est point parasite de la plante support, mais vit en association symbiotique avec des Coccides.

Il est constitué par une membrane mince, tenace, de consistance de cuir, sorte de gaine facilement séparable, en dessous de laquelle on observe des

([1]) Le pouvoir adsorbant peut être attribué à des actions purement chimiques et aussi à des actions physico-chimiques donnant lieu à la formation de solutions solides dans les substances colloïdales des racines.

([2]) N. Patouillard et G. de Lagerheim, *Champignons de l'Équateur* (*Bull. Soc. Myc. Fr.*, t. CXXXVI, 1893, *Pl. VIII*, *fig.* 1).

colonies de Cochenilles vivantes. Dans son épaisseur, on rencontre souvent des cadavres de Cochenilles envahis par le mycélium du champignon.

Les filaments de cette gaine sont fortement colorés en brun, à peu près opaques, rameux, serrés, çà et là septés et rarement pourvus de boucles.

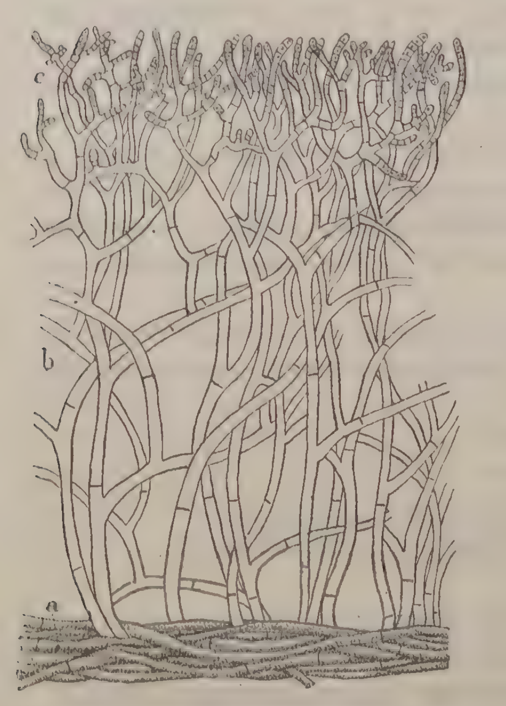


Fig. 1. — Fragment d'un coussinet développant les conidies. *a*, gaine mycélienne adhérente au support; *b*, filaments conidiophores dressés; *c*, conidies.

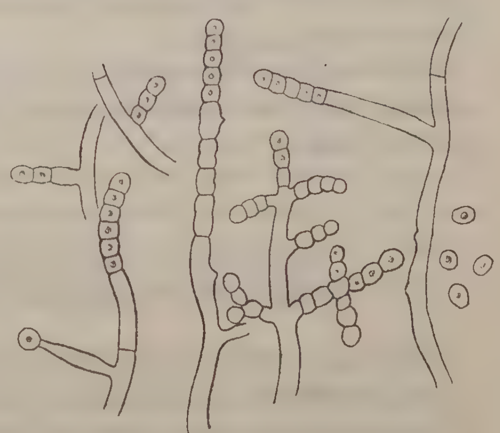


Fig. 2. — Détails de la formation des conidies.

Ils se laissent difficilement dissocier. Leur direction est parallèle à l'axe du support. Dans quelques cas, la partie moyenne de la membrane est plus lâche et lacuneuse.

La périphérie est fimbriée par une bordure blanche, de filaments jeunes et encore incolores, qui s'étendent graduellement sur l'écorce.

Lorsque le champignon va fructifier, on voit paraître, au pourtour de la membrane, au voisinage de la bordure blanche, de petits coussinets hémisphériques, d'aspect villeux, qui sont formés de touffes de filaments dressés, cylindracés, peu colorés, septés et peu rameux. Ces coussinets finissent par

devenir confluents et par recouvrir toute la surface d'une assise floconneuse blanchâtre ou jaune brunâtre.

Bientôt, vers l'extrémité supérieure des filaments dressés, se forment de nombreuses ramifications courtes, qui se contextent en une pellicule superficielle, fragile, continue ou brisée en petits fragments.

C'est sur ces ramifications que se développent les basides que nous avons fait connaître (*loc. cit.*).

Tous les spécimens sud-américains examinés ne nous ont jamais présenté que ce mode normal de fructification (*fig.* 1).

Dans les exemplaires tonkinois, au contraire, les basides font défaut et le champignon s'est toujours montré exclusivement conidifère. Son aspect est légèrement modifié : la pellicule superficielle manque, et la surface a un aspect pulvérulent causé par une couche épaisse de conidies jaunâtres. L'extrémité des ramifications terminales, au lieu de bourgeonner des basides, devient légèrement toruleuse et se divise, par un grand nombre de cloisons transversales, en une file d'articles, qui ne tardent pas à se disjoindre, pour donner des conidies arrondies ou ovoïdes, d'abord hyalines, puis colorées, à parois lisses et à contenu homogène, ou présentant une gouttelette brillante.

Ces conidies sont de dimensions variables et ont en moyenne $4\text{-}5 \times 3\mu$ (*fig.* 2).

La connaissance d'un *Septobasidium* pouvant ne posséder que la fructification conidienne est intéressante, non seulement parce qu'elle complète l'histoire du cycle de l'espèce, mais surtout parce qu'elle permet d'établir un rapprochement avec une autre forme fongique, dont les affinités sont encore obscures.

Dans leur Mémoire sur la *Phthiriose de la Vigne* (1), MM. L. Mangin et P. Viala décrivent, sous le nom de *Bornetina Corium*, un champignon dont les caractères sont comparables à ceux de notre *Septobasidium albidum* : même association symbiotique avec des Cochenilles, même réceptacle en membrane coriace entourant le support et même mode de dissémination par conidies.

Il est donc vraisemblable de considérer le *Bornetina* comme une Septobasidiée, voisine du genre *Septobasidium*, dont on ne connaît encore que la forme conidienne.

---

(1) L. Mangin et P. Viala, *La Phthiriose de la Vigne*, Paris, 1903.

PHYSIOLOGIE. — *Les signes physiques de la supériorité professionnelle chez les dactylographes.* Note de M. **J.-M. Lahy**, présentée par M. d'Arsonval.

En étudiant le travail des dactylographes, nous nous sommes proposé de rechercher les signes psycho-physiologiques qui caractérisent la supériorité professionnelle.

Trois qualités sont nécessaires aux bons dactylographes : la rapidité, l'exactitude et le goût. Cette dernière, laissée de côté, comme jouant un rôle moins important, nous avons classé nos sujets d'après la rapidité et l'exactitude, en leur faisant copier un texte de 1702 signes, qui fut jugé ensuite par le chef d'un service dactylographique et plusieurs professionnels étrangers à nos recherches.

Ceci fait, nous avons mesuré pour chaque sujet la mémoire des chiffres et des phrases, l'attention et quelques processus supérieurs de l'intelligence : imagination, abstraction, jugement, raisonnement, à l'aide de tests appropriés; la sensibilité tactile à l'aide du compas esthésimétrique, la sensibilité musculaire à l'aide du myoesthésimètre, les temps de réaction auditifs avec le chronomètre de d'Arsonval, la force dynamométrique avec le dynamomètre de Régnier. Ce que nous cherchions dans cette dernière expérience, c'était moins à fixer la force musculaire des sujets qu'à déterminer le rapport existant entre la force de la main droite et celle de la main gauche, afin d'établir par là un équilibre musculaire qui paraît être utile au bon travail dactylographique.

Malgré le parallélisme relevé entre les résultats fournis par les hommes et les femmes, ces résultats ne sont pas juxtaposables dans leur détail. Nous avons relevé entre les deux sexes des différences psycho-physiologiques qui s'expriment par des différences de valeur observées dans les mêmes réactions. C'est pourquoi nous avons séparé nos sujets en deux groupes et confronté ensuite la double série des résultats.

Les conclusions suivantes se dégagent de nos expériences :

L'abstraction, le jugement, l'imagination ne semblent pas jouer de rôle dans la supériorité des dactylographes, bien que nous les ayons rencontrés chez tous nos sujets. Parmi les autres fonctions, aucune n'est capable de déterminer, isolément, cette supériorité qui résulte, au contraire, d'*un ensemble de signes*, variables pour chaque individu, mais représentés chez tous quel que soit leur mode de combinaison.

D'une manière générale, les signes observés de façon constante chez les bons dactylographes sont : une bonne mémoire des phrases concrètes, une tendance à l'équivalence musculaire des deux mains, une sensibilité tactile et musculaire affinée, une attention soutenue.

Ces signes ne sont pas ou sont peu représentés chez les mauvais dactylographes, et ils varient, en intensité et en perfection, des moyens aux très bons travailleurs.

Un des résultats les plus curieux de nos expériences, c'est d'avoir affirmé chez tous les bons sujets la lenteur relative des temps de réaction auditifs. Ceci est de nature à indiquer qu'une action relativement lente, mais bien adaptée, est préférable à une action rapide et peu coordonnée.

Ainsi, après des expériences portant sur un grand nombre de fonctions, nous sommes parvenu à déterminer celles qui sont caractéristiques de la supériorité dans la profession étudiée. En faisant porter l'examen des sujets sur ces seuls signes, il devient donc pratique de déterminer, avant l'apprentissage, la valeur éventuelle d'un dactylographe.

ANATOMIE. — *Le gésier des Dytiscides*. Note de M. L. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

Le *gésier* constitue une des régions les plus importantes et les plus caractéristiques de l'appareil digestif de certains Insectes. Nous avons déjà étudié cet organe chez la plupart des Hexapodes [1]. Il forme, chez les Coléoptères, une poche, plus ou moins volumineuse, située en arrière de l'œsophage et en avant de l'intestin moyen.

Nous avons étudié cet organe, aux points de vue anatomique et histologique, chez un grand nombre de Coléoptères et avons pu diviser ces insectes en deux grands groupes, réunis entre eux par de nombreuses formes intermédiaires :

1° Les Coléoptères à gésier bien développé, et 2° les Coléoptères à gésier atrophié ou nul.

Chez les premiers, qui comprennent les *Silphidæ*, les *Carabidæ*, les *Dytiscidæ*, les *Staphylinidæ*, les *Hydrophilidæ*, la plupart des *Longicornes*, etc.,

---

[1] V.-L. Bordas, *L'appareil glandulaire des Hyménoptères et l'appareil digestif des Orthoptères* (*Annales des Sciences naturelles zoologiques*, 1894 et 1898; *Comptes rendus*, 1er décembre 1902; *Congrès A. F. A. S., Tunis*, mars 1913; etc.).

le GÉSIER est volumineux et tapissé intérieurement de bourrelets chitineux, de denticules, de pointes, de crêtes ou de soies cornées, le tout admirablement conformé pour la mastication et la trituration des matières alimentaires avant leur passage dans l'intestin moyen.

Dans le second groupe, comprenant surtout les familles des *Cetonidæ*, *Lucanidæ*, *Telephoridæ*, *Elateridæ*, *Chrysomelidæ*, *Tenebrionidæ*, etc., le gésier est rudimentaire et très atrophié. Ses dimensions sont à peine distinctes de celles de la partie terminale de l'œsophage et sa structure diffère à peine de celle de ce dernier. Disons encore que le gésier est dans un étroit rapport avec le genre de vie de l'insecte.

Nous avons soumis à notre étude les Dytiscides suivants : *Cybister rœselii* Fabr., *Dytiscus marginalis* L., *Agabus agilis* Fabr., *Agabus chalconotus* Panz., *Acilius sulcatus* L., et *Colymbetes coriaceus* Lap.

Le *gésier* des Dytiques mesure de 3^{mm} à $3^{mm},5$ de longueur et affecte une forme conique, à large base tournée en avant. Une légère dépression circulaire le sépare du jabot. Il se prolonge intérieurement, dans ce dernier, sous forme d'expansion circulaire présentant une ressemblance frappante avec la partie libre de la corolle d'un liseron. Les bords de cette expansion sont parcourus par huit bandelettes chitineuses, de teinte jaune foncé, laissant entre elles un étroit orifice qui conduit dans le gésier. Les parois internes de ce dernier portent, en avant, huit dents chitineuses, quatre grandes et quatre petites, formées par des replis cornés. Les dents principales sont allongées et terminées par une pointe mousse et spatuliforme. Les autres, un peu plus courtes, sont encastrées entre les premières et se prolongent par une petite pointe triangulaire. Les parois latérales des dents principales sont recouvertes de touffes de fortes soies disposées en brosse, et qui se prolongent même, en massifs serrés, jusqu'à l'extrémité libre et émoussée du tubercule dentaire. La cavité de la seconde partie du gésier est tapissée d'une membrane chitineuse interne plissée, qui s'arrête à un bourrelet postérieur, marquant l'origine de l'intestin moyen.

La forme, la disposition et la structure des dents, leurs nombreuses soies latérales et antérieures doivent nous faire considérer le gésier des Dytiques comme une sorte de filtre plutôt qu'un appareil masticateur ou broyeur. Il doit avoir pour fonction principale de ne laisser passer dans l'intestin moyen que les aliments suffisamment triturés et d'arrêter les grosses particules alimentaires qui sont soumises de nouveau à l'action mécanique des tubercules chitineux dentaires.

L'épaisse musculature latérale permet également d'admettre cette hypothèse.

Mais c'est surtout chez les *Agabus* et les *Acilius* que le gésier constitue un organe à structure complexe, à épaississements chitineux internes, puis-

sants, servant surtout à compléter l'action triturante des mandibules et des mâchoires.

L'intérieur du gésier de l'*Agabus* (*Ag. chalconotus*) présente huit épaississements digitiformes, de longueur différente : dents et denticules. Il y a alternance entre les dents et denticules. Ces organes, dus à des proliférations locales de la lamelle chitineuse interne, se recourbent en avant et forment, au fond du jabot, un bourrelet corolliforme, divisé en huit lamelles pétaloïdes séparées par des bandelettes chitineuses sétigères, de couleur brun foncé. Les dents diffèrent sensiblement de celles du gésier du Dytique et du Cybister. Elles sont triangulaires, allongées et présentent une dépression médio-dorsale. Leur bord postérieur (inférieur) est émoussé; sa face supérieure est convexe, recouverte de petites pointes ou soies chitineuses et se continue par une membrane cornée et plissée, qui s'étend jusqu'à l'orifice de l'intestin moyen. Les parois de chaque dent sont recouvertes de soies, dont les unes sont aplaties, à large base, de forme triangulaire et les autres coniques ou filiformes. La dépression dorsale est également bordée par de longues et nombreuses soies chitineuses dirigées en arrière. Les denticules sont plus courts que les dents proprement dites. Ils se terminent, en arrière, par une pointe triangulaire médiane, au-dessous et en avant de laquelle se trouve un tubercule allongé. Le tout est recouvert de soies chitineuses, particulièrement abondantes sur les côtés.

Le gésier des *Acilius* présente un plus grand développement et une structure plus complète que celui des espèces précédentes.

La membrane chitineuse qui le tapisse intérieurement se prolonge jusqu'au fond du jabot où elle dessine, grâce à la présence de huit bandelettes chitineuses (formées par des soies cornées agglutinées), une sorte d'entonnoir campanuliforme, au centre duquel existe un orifice étroit et irrégulier, dans lequel s'entrecroisent de nombreuses soies cornées, jouant le rôle de filtre.

Enfin, la cavité interne porte latéralement huit dents longitudinales, de couleur brunâtre, qui ne sont, en réalité, que des plages sétigères à structure spéciale. Sur chaque plage longitudinale, la lamelle chitineuse s'épaissit et porte, soit de petites dents coniques et à pointe acérée, soit des filaments cornés, disposés en forme de brosse.

La *structure histologique* du *gésier* des Coléoptères a été également, de notre part, l'objet d'une étude spéciale.

ZOOLOGIE. — *La pêche aux grands Cétacés sur la côte occidentale d'Afrique.* Note de M. A. Gruvel, présentée par M. Edmond Perrier.

L'industrie de la pêche à la baleine et aux grands cétacés est en train de prendre, sur la côte occidentale d'Afrique et, en particulier, dans notre colonie du Gabon, une importance telle qu'il y a lieu de s'en émouvoir.

Au retour de mon voyage sur la côte d'Afrique, en 1910, je signalais à l'attention de nos compatriotes, dans diverses conférences, la présence sur les côtes du Gabon, de nombreuses bandes de Cétacés, parmi lesquels : la Baleine australe (*B. australis*, Desm.) assez rare, de nombreux mégaptères (*Megaptera longimana*, Rudolf.) et baleinoptères, parmi lesquels les énormes *Balœnoptera musculus*, L. et les intéressants *B. borealis*, Lesson, qui, chassés de la région antarctique par l'immense développement de la banquise, remontent le long des côtes de l'ouest africain, en suivant le grand courant froid, dit de Benguela, qui se fait sentir très énergiquement jusqu'à l'embouchure du Congo et même jusque sur les côtes du Gabon français.

Si ma Communication resta lettre morte pour nos industriels français, il n'en fut pas de même des Norvégiens et, dès l'année suivante, s'installait, à Cap Lopez, à l'embouchure de l'Ogooué, un navire usine norwégien de de 6000^{t} accompagné de deux bateaux-chasseurs de 180^{t} environ chacun, appartenant à la Dominion Whaling C^{o}, de Saudefjord.

J'avais déjà rencontré, au cours de cette même campagne, une autre Compagnie norvégienne installée dans la baie de Port-Alexandre (Angola). Les résultats financiers ont été si intéressants que les Portugais ont constitué une Compagnie mixte qui est actuellement installée dans le petit port de Praya-Amelia, près de Mossamédès.

La dernière campagne de pêche aux Cétacés sur la côte d'Afrique a été particulièrement rémunératrice.

Les bénéfices n'ont jamais été inférieurs à 20 pour 100 du capital-exploitation, certains ont atteint 100 pour 100, et l'on cite une Société (*Societa argentina de Pesca*) qui a réalisé 400 pour 100 de bénéfices nets.

Si l'on sait maintenant que, pour couvrir simplement les frais d'exploitation d'un bateau-chasseur et de sa part du navire-usine, il faut entre 80 et 100 baleines ou grands baleinoptères, soit 160 à 200 par Société industrielle, on comprendra quelles effroyables hécatombes il faut faire de ces animaux pour pouvoir réaliser 400 pour 100 de bénéfices !

Les produits qu'on en retire sont tout d'abord l'huile de différentes qualités, dont la meilleure se vend actuellement 600^{fr} la tonne. Puis les poudres de viande qui, après déshuilage aussi complet que possible, donnent la poudre alimentaire dont l'utilisation devient considérable et qui coûte 200^{fr} à 210^{fr} les 1000^{kg}. Enfin, la poudre d'os et les fanons, dont le prix, pour les belles qualités, est tombé de 35^{fr} à 12^{fr} le kilogramme.

Les produits industriels : huile et guanos ou poudres alimentaires, ont tellement augmenté de valeur dans ces dernières années que les bénéfices

ont été extrêmement considérables; aussi, toutes les Sociétés qui travaillaient dans les mers du Nord, dans l'Antarctique et en Australie, qui n'ont pas fait de bonnes affaires l'an dernier, se ruent cette année vers la côte occidentale d'Afrique, à telle enseigne que *trente* Sociétés, avec environ 90 bateaux-chasseurs, appartenant surtout aux ports norwégiens de Saudefjord, Larwick et Christiania, sont parties ou vont le faire, pour exploiter cette région.

La destruction de tous les Cétacés, grands et petits, va être effroyable et ce sera un véritable désastre, scientifique d'abord, industriel ensuite, car, au bout de 2 ans, la destruction sera totale.

Avec le Dr Charcot, nous avons attiré l'attention du Gouvernement français sur cette importante question et demandé, tout d'abord, une réglementation locale dans nos colonies. Mais elle sera inefficace si elle n'est pas généralisée à toutes les colonies de la côte d'Afrique.

Aussi proposons-nous une réglementation internationale pour obtenir : 1° la protection des jeunes en en interdisant la capture au-dessous d'une certaine taille ; 2° la protection d'un certain nombre d'adultes par la création de zones de réserves internationales ; 3° la limitation du nombre des Sociétés industrielles de pêche proportionnellement à la longueur des côtes des colonies envisagées; enfin 4° l'obligation d'utiliser la *totalité* de la masse des Cétacés capturés, pour éviter le gaspillage actuel.

Des vœux dans ce sens ont été émis par la Société nationale d'acclimatation et par la Société des Études maritimes et coloniales.

L'Académie des Sciences pourrait, peut-être, intervenir de son côté, auprès du Gouvernement pour obtenir qu'une réglementation internationale intervienne... avant la disparition totale des Cétacés africains [1].

BACTÉRIOLOGIE. — *Septicémies spontanées à coccobacilles chez le Hanneton et le Ver à soie.* Note de M. **Édouard Chatton**, présentée par M. Roux.

D'Hérelle a fait connaître en 1911 [2] l'existence, sur les Sauterelles du Mexique, d'une épizootie due à la pullulation d'un coccobacille dans le tube

(1) Le Comité colonial du *Deutschen Fischerei-Vereins* fera, de son côté, part du projet au Gouvernement et au Reichstag allemands.

(2) *Comptes rendus*, t. 152, p. 1413.

digestif et dans la cavité générale. L'auteur a réussi, au moyen du virus renforcé par passages et cultivé en bouillon, à infecter dans la nature et à décimer les essaims de sauterelles.

Au mois de mai 1912, j'ai, à l'instigation de M. le Dr Roux, éprouvé l'action pathogène du bacille de d'Hérelle, *Bacillus acridiorum* sur le Hanneton. Cet insecte se montre d'emblée sensible au virus inoculé par piqûre dans la cavité générale. La mort survient entre 24 et 48 heures. Après une série de dix passages sans culture interposée, le virus étant resté pur, tue le Hanneton entre 12 et 24 heures. La survie des femelles est en moyenne supérieure à celle des mâles. Mais alors qu'un tel virus renforcé chez la Sauterelle tue celle-ci (d'Hérelle 1911) à peu près aussi vite que par injection, il ne tue point le Hanneton, ni même ne l'infecte, par la voie buccale, quelle que soit sa virulence pour cet animal.

Dès le début de ces expériences j'ai constaté l'existence d'une septicémie spontanée du Hanneton, due à un coccobacille *B. melolonthæ* voisin de celui de d'Hérelle, qui en diffère, d'une manière constante, au point de vue morphologique par la longueur un peu plus grande des éléments, et, au point vue cultural, par la fluorescence de la gélose, après 5 à 6 jours. Il s'en distingue aussi, on le verra par son action pathogène, sur le Ver à soie.

Injecté dans la cavité générale, ce virus, d'origine sauvage, tue le Hanneton entre 12 et 36 heures, et lorsque renforcé par passages, toujours en moins de 24 heures. Mais *per os*, il est aussi inactif que *B. acridiorum*. Les quelques infections constatées dans les expériences par ingestion n'ont pas été reproduites en série, et leur pourcentage n'est pas supérieur à celui des cas spontanés, qui est de 5 en moyenne par jour.

D'ailleurs, les hannetons sains présentent, dans la proportion de 75 pour 100, dans leur tube digestif, le *B. melolonthæ*, quelquefois en culture massive. C'est toujours le cas pour les hannetons à septicémie. La maladie sanguine semble donc bien être d'origine intestinale, comme chez la Sauterelle. Le microbe, parasite banal de l'intestin du Hanneton, ne passe dans la cavité générale qu'à la faveur de conditions spéciales encore inconnues. Prélevé dans l'intestin et inoculé directement ou après culture, dans la cavité générale, il reproduit la septicémie.

Il y avait intérêt à éprouver la virulence du bacille de d'Hérelle chez le Ver à soie, avant de le répandre en masse dans les régions séricicoles.

Nous avons constaté, M. d'Hérelle et moi, que la chenille est douée d'une immunité naturelle complète pour le *Bacillus acridiorum*. Injecté jusqu'à la dose de $0^{cm^3},5$ dans la cavité générale, le bacille est détruit.

Par contre, *B. melolonthæ* est aussi virulent par injection pour le Ver à soie que pour le Hanneton, aussi inactif par ingestion.

Chez le Ver à soie aussi j'ai rencontré un coccobacille, *B. bombycis*, agent

d'une septicémie qui, dans un élevage de plus de 2000 vers, faisait mourir de 5 à 10 individus par jour.

Ce microbe a les caractères morphologiques de *B. melolonthæ*, mais il ne communique pas de fluorescence à la gélose des cultures. Il diffère nettement par sa virulence de *B. acridiorum*. Il tue, en effet, le Ver à soie comme *B. melolonthæ*, entre 12 et 24 heures, par inoculation dans la cavité générale. Par ingestion, j'ai pu infecter 4 individus sur 27. Il semble donc qu'il soit plus virulent que les deux microbes précédents. Il est d'ailleurs beaucoup moins répandu et abondant dans le tube digestif des vers sains que *B. melolonthæ* chez le Hanneton.

La maladie causée par *B. bombycis* ne paraît pas encore avoir été comptée au nombre de celles qui déciment le Ver à soie. Elle ne se traduit extérieurement par aucun signe particulier, avant la mort. Elle ne correspond certainement pas à la grasserie. Les vers atteints ne contiennent pas de polyèdres. Elle ne paraît pas correspondre à la flacherie qui, pas plus que la grasserie, n'est une entité microbiologique ni même pathologique précise. Je propose de nommer *coccobacillose* la maladie du Ver à soie déterminée par *B. bombycis*.

Ces recherches, faites en mai et juin 1912, font l'objet d'un Mémoire déposé depuis février 1913 aux *Annales des Épiphyties*.

Tout récemment, Picard et Blanc [1] ont fait connaître un coccobacille des chenilles d'*Arctia caja* L., qui tue son hôte par injection en 3 jours à 15°, entre 12 et 24 heures à 25°. Les auteurs ont obtenu une infection sanguine par ingestion « *au moyen d'une pipette introduite dans le pharynx* [2] ». La fluorescence des cultures rapproche *B. cajæ* de *B. melolonthæ*.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur la toxicité des vaccins antityphiques.* Note de MM. **Auguste Lumière** et **Jean Chevrotier**, présentée par M. Roux.

L'importance de la vaccination antityphique s'affirmant chaque jour davantage, il nous a paru intéressant d'étudier la toxicité des vaccins admi-

---

(1) *Comptes rendus*, t. **156**, 1913, p. 1334.

(2) Mes expériences ont été effectuées à la température du laboratoire (17°-20°). Les expériences par ingestion ont été faites en faisant avaler par l'insecte la goutte virulente, simplement déposée sur l'aire buccale.

nistrés par différentes voies : sous-cutanée, intrapéritonéale, intraveineuse et gastrique et de comparer aussi les propriétés toxiques des produits vaccinaux obtenus à partir des bacilles d'Eberth, paratyphiques et coli.

De même que nous avions préparé un sérum antityphocolique polyvalent ([1]), dans lequel nous avions retrouvé rigoureusement additionnées les propriétés antitoxiques des sérums élémentaires, de même nous nous sommes appliqués à obtenir un vaccin polyvalent à la fois antityphique, antiparatyphique et anticolique et à comparer tout d'abord sa toxicité aux toxicités des composants.

Nous avons préparé nos vaccins au moyen de cultures sur agar maintenues à l'étuve à 37° pendant 48 heures; chaque culture, émulsionnée dans 15^{cm^3} d'eau salée à 9 pour 1000, a été additionnée de 20 pour 100 d'éther qui était éliminé ensuite par évaporation dans le vide après 48 heures de contact, à la température de 20°.

Le contrôle de la stérilité du vaccin par tentative de cultures sur agar et en bouillon a toujours été négatif.

La numération des bacilles dans nos vaccins, faite par le procédé Gallison, nous a fourni des chiffres variant, pour nos différentes opérations, de 590 millions à 770 millions de micro-organismes par centimètre cube. Pour l'étude de leurs propriétés, on a ramené toutes les préparations sensiblement à 600 millions, autant qu'on en peut juger, étant données les causes d'erreurs de la méthode.

Pour le cobaye (poids moyen 400^g), les doses toxiques de ces différents vaccins sont les suivantes :

1° Vaccin antityphique : par voie sous-cutanée, 7^{cm^3}; par voie intrapéritonéale et intraveineuse, 3^{cm^3}; par ingestion, deux doses de 10^{cm^3} paraissent inoffensives.

2° Vaccin antiparatyphique : par voie sous-cutanée, 7^{cm^3}. Les doses maxima pratiquement injectables, soit 10^{cm^3} par voie intrapéritonéale et 3^{cm^3} par voie intraveineuse (directement dans le cœur), ne tuent pas. Deux ingestions de 10^{cm^3} n'amènent aucun trouble.

3° Vaccin anticolique : par voie sous-cutanée, 10^{cm^3}; par voie intrapéritonéale, 10^{cm^3} ne tuent pas les animaux soumis à l'expérience; mais, par contre, l'injection directe dans le sang permet de tuer le cobaye à la dose de 2^{cm^3}; par voie gastrique, 20^{cm^3} ne déterminent aucun trouble.

4° Nous avons préparé un vaccin polyvalent en mélangeant par parties égales les trois vaccins; donné à dose aussi élevée que possible, c'est-à-dire 20^{cm^3} par injection sous-cutanée ou intrapéritonéale, ou encore par voie gastrique, et 4^{cm^3} en injection

---

([1]) *Sur la polyvalence des sérums antityphiques* (*Comptes rendus*, 18 novembre 1912).

dans le cœur, ce vaccin n'a jamais été mortel pour les cobayes auquels on l'a administré.

Il est à remarquer que les phénomènes agoniques qui terminent l'intoxication ainsi que les altérations fonctionnelles et organiques que révèlent les autopsies sont les mêmes, qu'il s'agisse de vaccins typhique, paratyphique ou colique.

Tous les animaux meurent en hypothermie, avec ralentissement progressif de la respiration et de la circulation; ils présentent tout d'abord de l'abattement, puis de la parésie du train postérieur; des convulsions cloniques assez violentes précèdent l'arrêt respiratoire, qui survient lui-même avant l'arrêt du cœur.

La phase agonique se déroule en une demi-heure dans le cas de l'intoxication par le vaccin antiparatyphique, tandis qu'elle se prolonge pendant 2 heures environ dans le cas du vaccin antityphique; elle est plus longue encore avec le vaccin anticolique.

A l'autopsie, on constate dans tous les cas une hyperémie considérable de l'intestin, avec hypersécrétion et lésions ecchymotiques du bout inférieur de la muqueuse intestinale; quelquefois ascite hémorragique, vive réaction du côté des ganglions mésentériques, congestion des capsules surrénales, des reins, du foie et du poumon. La rate ne semble pas touchée dans ces intoxications aiguës; la vessie est généralement vide.

On peut, de ces expériences, tirer les conclusions principales suivantes :

1° Les vaccins étudiés sont fort peu toxiques pour le cobaye;

2° Il n'y a pas de relation entre la toxicité des cultures virulentes que nous avions déterminées dans une précédente étude [1] et la toxicité des vaccins correspondants;

3° Les toxicités des vaccins ne s'ajoutent pas, alors que celles des cultures s'additionnent intégralement.

GÉOLOGIE. — *L'Oligocène marin et sa faune en Algérie.* Note de M. Dalloni, présentée par M. Pierre Termier.

Les terrains nummulitiques sont plus développés que ne le figure la Carte géologique de l'Algérie au $\frac{1}{800000}$ entre le massif de l'Ouarsenis et le

---

[1] *Sur la polyvalence des sérums antityphiques* (*Comptes rendus*, 18 novembre 1912).

bassin de la Tafna. L'Éocène y comprend plusieurs divisions, caractérisées par des fossiles ; il y est surmonté par une formation très importante de grès et de marnes, jusqu'ici confondue avec lui, mais que l'examen de sa faune, d'une richesse insoupçonnée, m'a amené à classer dans l'Oligocène.

En dressant la carte détaillée pour le Service géologique de l'Algérie, j'ai pu l'étudier aux environs de Bel Abbès et d'Arlal, dans la vallée de l'Oued el Hammam entre Dublineau et Mascara, et dans celle de la Mina, au sud de Relizane, jusqu'auprès de Zemmora, et y recueillir de nombreux fossiles.

Les Foraminifères pullulent et sont très variés, notamment les Orbitoïdés, qui appartiennent au genre *Lepidocyclina* : une grande forme assimilable à *L. dilatata* Micht. est associée à d'abondantes *L. marginata* Micht. Au nord de la Méditerranée, le premier type serait plus ancien que le second et tous deux se rencontreraient, d'après P. Lemoine et R. Douvillé, dans l'Aquitanien (1); ici, ils sont réunis et la présence de Nummulites ne permet pas de les placer au-dessus du Stampien : ce sont d'ailleurs des formes tongriennes, *N. Bouillei-Tournoueri*, *N. vascus-Boucheri*, du niveau des couches supérieures de Biarritz.

D'autres foraminifères moins importants au point de vue stratigraphique, *Operculina*, *Nodosaria*, *Amphistegina*, etc., accompagnent les précédents sur les plaquettes gréseuses, qui sont également couvertes de *Lithothamnium*.

Les Polypiers sont rares (*Ceratotrochus*, *Montlivaultia*), mais les Échinides très nombreux; j'ai retrouvé dans les grès à lépidocyclines la plupart des formes du Kef Iroud, décrites par Pomel, puis par Cotteau, Péron et Gauthier en 1885, associées à des radioles de Cidaridés du Nummulitique supérieur de l'Aquitaine : *Cidaris subularis* d'Arch., *C. striatogranosa* d'Arch., *C. Oosteri* Laube, *Clypeaster atavus* Pomel, *Scutella*, *Echinocardium nummuliticum* Péron-Gauth., *Sarsella mauritanica* Pomel, *Euspatangus cruciatus* Péron-Gauth., *Schizaster* sp., *Echinanthus Badinskii* Pomel, *Echinolampas dilatatus* Péron-Gauth., *E. Nicaisei*, Péron-Gauth., *E. sulcatus* Pomel, *E. florescens* Pomel extrêmement commun, *Echinocyamus* sp.

Avec des Bryozoaires et des Brachiopodes variés (*Lyothyrina*, *Terebratulina*), on observe beaucoup de Mollusques. Les Lamellibranches fournissent des points intéressants de rapprochement avec les autres régions méditerranéennes, notamment les Pectinidés, qui sont ceux du Tongrien des collines de Turin : *Chlamys biarritzensis* d'Arch., avec la variété *bellicosta*

(1) Cependant F. Sacco, qui admet également que *L. marginata* est aquitanienne, pense que *L. dilatata* caractérise le Stampien et le Tongrien piémontais.

Wood, *C. Thorenti* d'Arch, *C. Bormidiana* Rovr., *Æquipecten apenninicus* Rovr., *Æ. deletus* Micht., *Pecten arcuatus* Broch., *Nodipecten calliferus* Rovr., *Amussium corneum* Sow., associés à *Spondylus bifrons* Munst., et à des Ostracées caractéristiques : *Pycnodonta Brongniarti* Brn. type, avec la variété *rostrata* Rovr., *Ostrea eversa* Meller., *O. gigantica* Sol., *Ostrea cyathula* Lamk., etc.

D'assez rares Gastropodes (*Turritella, Scalaria,* etc.), des balanes, des pinces de *Callianassa* ainsi que des dents d'*Odontaspis elegans* Ag., se rencontrent dans cette faune qui est, en somme, essentiellement néritique; elle a vécu dans un golfe assez largement ouvert vers l'Ouest, et se poursuivant entre les ridements de l'Atlas tellien et les contreforts du massif jurassique de Tlemcen-Saïda-Frenda, sur l'emplacement qu'occupait le bras de mer éocène, car cette formation n'est que localement transgressive.

Vers l'Est, l'Oligocène marin se prolonge sur le revers méridional du massif de l'Ouarsenis en une large bande qui comprend, à l'ouest de Teniet el Haad, les grès à Échinides du Kef Iroud, passant à une lumachelle de *Lepidocyclina marginata* Micht., et vraisemblablement, au delà, une partie des *grès de Boghari*, à *Pecten arcuatus* Broch., *Pycnodonta Brongniarti* Brn., intercalés entre l'Éocène et le Miocène inférieur.

M. Ficheur a attribué à l'Oligocène des poudingues et des grès qui affleurent sur le littoral de la Kabylie; cet étage *Dellysien* n'a fourni que des fossiles rares et mal conservés, mais néanmoins des foraminifères de l'Oligocène piémontais (*Rhabdamina annulata*), et des Mollusques, parmi lesquels on reconnaît *Chlamys biarritzensis* d'Arch. Le Dellysien est sans doute un faciès très détritique et littoral du Tongrien que je viens de faire connaître dans la région tellienne.

En dehors de ce dernier et des grès dellysiens, l'Oligocène paraît être exclusivement continental et comprend des marnes gypseuses à hélices dentées surmontées par des couches rouges aquitaniennes. Ce n'est qu'en Tunisie qu'on retrouve des dépôts marins du même âge dans les grès roux du Cherichira à *Nummulites Bouillei*, *Chlamys biarritzensis* d'Arch., *Pecten arcuatus* Broch., *Pholadomya Puschi* Goldf., *Scutella striatula* M. de Serres, etc.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur la position exacte du pôle continental de la Terre.* Note de M. **Alphonse Berget**, présentée par S. A. S. le Prince de Monaco.

Le simple examen d'une mappemonde nous fait voir, d'abord, l'inégalité des domaines continental et marin, ensuite l'irrégularité avec laquelle les terres et les mers sont distribuées. Les mers occupent 365981950$^{km^2}$ à la surface du globe, alors que les terres émergées n'en recouvrent que 144118500$^{km^2}$, sur les 510100800$^{km^2}$ qui constituent la superficie totale de la Terre. L'eau recouvre donc 0,717 de la surface de notre planète et le rapport de la surface océanique à la surface continentale est 2,54.

Au point de vue de la répartition des terres et des mers, les deux hémisphères séparés par l'équateur ne sont pas traités de la même manière. Dans l'hémisphère Nord, le rapport de la surface d'eau à la surface de terre est 1,57, alors qu'il est de 4,80 dans l'hémisphère Sud. Ce dernier est donc plus riche en océans que le premier, qui, inversement, est plus riche en continents.

Les géographes se sont demandé depuis longtemps s'il ne serait pas possible de tracer sur la Terre un grand cercle qui partagerait le globe en deux hémisphères tels que l'un contînt la proportion maxima de terres par rapport à l'eau, tandis que l'autre, inversement, contiendrait la proportion maxima d'eau par rapport aux terres. Le pôle de ce grand cercle, situé du côté du maximum de terres, serait donc le *pôle continental* de la Terre, son antipode en serait le pôle océanique.

C'est au géographe français Buache qu'on doit cette idée, émise dès le XVIIIe siècle. L'insuffisance des connaissances géographiques à cette époque ne permettait pas de résoudre le problème avec précision. Au XIXe siècle, quand les découvertes furent assez nombreuses, on chercha la place du pôle continental. Londres, Paris, Amsterdam furent successivement choisis. Des géographes allemands le placèrent dans la Manche, sur le méridien de Greenwich; de Lapparent le situait à Cloyes (Eure-et-Loir), et Penck en indiquait la position à 120^{km} au sud-ouest de Paris.

Le Dr Krümmel, à l'aide d'une méthode de calcul simple, a indiqué le moyen de déterminer les intersections du grand cercle de séparation de l'hémisphère continental et de l'hémisphère océanique avec les divers méridiens, une fois choisi le point qui doit servir de pôle continental, et le Dr Beythien, il y a 15 ans, en 1898, a pu, en appliquant cette méthode, annoncer que le pôle continental devait se trouver sur la côte française de l'Atlantique, non loin de l'embouchure de la Loire.

J'ai cherché à en préciser la position par une construction directe faite sur une mappemonde, sur laquelle, à l'aide d'un arc en cuivre ayant exactement un quadrant, on peut tracer le grand cercle de séparation. L'une des extrémités de l'arc est, à cet effet, fixée par une pointe au point choisi comme pôle provisoire, l'autre porte un style qui trace le grand cercle.

Après différents essais, faits sur de petits globes, j'ai été amené à choisir comme pôle le plus probable l'*île Dumet*, située dans les eaux françaises, au large de l'embouchure de la Vilaine, par 47°24′42″ de latitude nord et 2°37′13″ de longitude ouest de Greenwich. J'ai alors, à l'aide de l'arc de cuivre construit spécialement pour la grande mappemonde de Dietrich Reimer, placé la pointe de l'arc sur l'île Dumet, et j'ai tracé le cercle de séparation, ce qui m'a donné les latitudes de ses intersections avec les divers méridiens. Comme vérification, j'ai recommencé le tracé en prenant comme pôle celui de l'hémisphère océanique, antipode de l'île Dumet, et j'ai obtenu un cercle coïncidant exactement avec le premier.

En reportant sur des cartes en projections *équivalentes* les points ainsi déterminés sur les divers méridiens, on limitait les parties de territoires que le grand cercle de séparation détache des divers continents.

Le cercle de séparation laisse au-dessus de lui toute l'Europe, toute l'Afrique, toute l'Amérique du Nord et les trois quarts de l'Amérique du Sud : ce sont les terres de l'hémisphère continental. L'hémisphère océanique comprend l'Antarctique, l'Australie et les îles Océaniques, l'archipel Malais et les petites parties détachées de l'Amérique du Sud, de l'Indo-Chine, de la Chine et du Japon.

Pour évaluer les aires de ces portions détachées, je les ai reportées sur une feuille de laiton mince et homogène, j'en ai découpé les contours au burin et je les ai pesées sur une balance de précision. J'ai pesé ensuite un carré de même laiton figurant, à l'échelle de la carte, 1 million de kilomètres carrés : le rapport des poids donnait le rapport des surfaces. J'ai trouvé de la sorte :

Hémisphère continental.	Eau.....	139646839$^{km^2}$,	soit 54,5	pour 100
	Terres...	115403561 »	» 45,5	»
Hémisphère océanique..	Eau.....	226335111 »	» 88,7	»
	Terres...	28715289 »	» 11,3	»

On peut donc dire, en chiffres ronds, que l'hémisphère continental contient autant de terres que d'eau, alors que l'hémisphère océanique renferme neuf fois plus d'eau que de terres.

Il est à remarquer que, en prenant l'île Dumet comme pôle continental, on a un pôle dont les découvertes géographiques ultérieures changeront peu la position, car dans l'hémisphère nord, tout est à peu près découvert. Les précisions à faire sont dans l'Antarctique, mais elles ne changeront en rien le rapport des terres et des mers dans l'hémisphère continental. On peut donc justement considérer l'île Dumet comme pôle continental de la Terre.

Un Mémoire complet donnera le détail des opérations et l'historique de la question.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de dresser une liste de candidats à la place vacante, dans la Section des Académiciens libres, par le décès de M. *Alfred Picard*, présente, par l'organe de M. F. Guyon, Président de l'Académie, la liste suivante :

En première ligne	M. **Arnaud de Gramont**
En deuxième ligne, par ordre alphabétique.	MM. **Paul Janet** **Maurice Leblanc** **A. Rosenstiehl**
En troisième ligne, par ordre alphabétique.	MM. **Georges Claude** **Maurice d'Ocagne**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 mai 1913.

Jubilé scientifique de M. Albin Haller, 2 février 1913. Paris, Lahure, 1913; 1 fasc. in-8°. (Hommage de M. Haller.)

Les aspects de la végétation en Belgique, par Charles Bommer et Jean Massart. — *Les districts flandrien et campinien*, par Jean Massart. Bruxelles, Jardin botanique de l'État, 1912; 6 pages de texte et 80 planches in-f°, dans un carton formant étui. (Adressé par le Ministère de l'Agriculture et des Travaux publics de Belgique.)

Revision des Mélobésiées antarctiques, par Mme Paul Lemoine. (Extr. de l'Ouvrage : *Deuxième Expédition antarctique française*, 1908-1910, *commandée par le Dr* Jean Charcot; *Sciences naturelles : Documents scientifiques. Mélobésiées.*) Paris, Masson et Cie, 1913; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Mangin.)

Annales de l'Institut océanographique (Fondation Albert Ier, Prince de Monaco), publiées sous la direction de M. L. Joubin. Tome V, fasc. 7 : *Flore algologique de la Tripolitaine et de la Cyrénaïque*, par G.-B. de Toni et Ach. Forti. — Fasc. 8 : *Opistobranches nus des côtes de la Nouvelle-Zemble* (Mission Ch. Bénard, 1908), par A. Vayssière. Paris, Masson et Cie, 1913; 2 fasc. in-4°.

Proof of Fermat's theorem, by Michael Angelo Mc Ginnis. Washington, L.-C. Hjorth et fils, s. d.; 1 fasc. in-12.

Observatoire royal de Belgique. *Annuaire météorologique pour* 1913, publié par les soins de J. Vincent, Directeur scientifique du Service météorologique. Bruxelles, Hayez, 1912; 1 vol. in-12.

Annalen der Schweizerischen meteorologischen Zentral-Anstalt, 1911; Jahrgang 48. Zurich, Zurcher et Furrer, s. d.; 1 vol. in-4°.

Library of Congress. *Report of the Librarian Congress and Report of the Superintendent of the Library building and grounds, for the fiscal year ending june* 30 1912. Washington, 1912; 1 vol. in-8°.

List of North American land Mammals in the United States national Museum, 1912, by Gerrit S. Miller jr (Smithsonian Institution. United States national Museum. *Bulletin* 79.) Washington, 1912; 1 vol. in-8°.

Bulletin of the Bureau of Fisheries; t. XXX, 1910. Washington, 1912; 1 vol. in-4°.

Indian fish of proved utility as mosquito destroyers, by R.-B. Seymour Sewell and B.-L. Chaudhuri. Calcutta, 1912; 1 fasc. in-8°.

Revista da Universidad de Coimbra; t. II, n° 1, março de 1913. Coïmbre, 1 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 MAI 1913.

Ministère des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes. *Nivellement général de la France : Compte rendu des travaux exécutés en* 1912. (Hommage de M. Ch. Lallemand.)

Recherches géobotaniques sur les forêts et sols fossiles et sur la végétation et la flore houillères, en deux parties et dix livraisons, par F.-CYRILLE GRAND'EURY, Correspondant de l'Institut; 1re Partie, 1re et 2e livraisons. Paris et Liége, Ch. Béranger, 1912-1913; 2 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Un Carton inconnu de Raphaël, par ÉMILE WAUTERS, Correspondant de l'Institut. Paris, imp. Herbert Clarke, 1911; 1 fasc. in-8° oblong. (Présenté par M. Lippmann. Hommage de l'auteur.)

Sur l'origine de la division de l'Orthophyte en un Sporophyte et un Gamétophyte, par CHARLES JANET. Limoges, Ducourcieux et Gout, 1913; 1 fasc. in-8°.

Le rôle de l'expérimentation en Géographie botanique, par JEAN MASSART. (Extr. du *Recueil de l'Institut botanique Léo Errera;* t. IX, p. 68-80.) Bruxelles, H. Lamertin, 1912; 1 fasc. in-4°.

Mémoires de la Société zoologique de France; t. XXV. Paris, au siège de la Société, 1912; 1 vol. in-8°.

Emanuel Swedenborg as a Scientist. Miscellaneous contributions, edited by ALFRED-H. STROH : t. I, section 1. *Emanuel Swedenborg as a Geologist*, by A.-G. NATHORST. — Section 3. *Emanuel Swedenborg as a Cosmologist*, by SVANTE ARRHENIUS. — Section 4. *The sources of Swedenborg's early philosophy of Nature*, by ALFRED-H. STROH. Stockholm, 1908-1911; 3 fasc. in-4°.

An abridged chronological list of the works of Emanuel Swedenborg, including manuscrits, original editions and translations prior to 1772, compiled by ALFRED-H. STROH and GRETA EKELÖF. Upsal et Stockholm, Almqvist et Wiksells, s. d.; 1 fasc. in-4°.

Participation au Xe Congrès international de Géographie, Rome, 1913. *Notices sur le Bureau hydrographique du* Magistrato alle Acque *et sur quelques-unes des principales systémations fluviales en cours dans la Vénétie*, traduction française de H. GAMBIER. Venise, 1913; 1 fasc. in-4°.